

ANAIS

XVIII EPEF

Encontro de Pesquisa
em Ensino de Física

Florianópolis, 9 e 13 de novembro de 2020

A Pesquisa em Ensino de Física e
as Tensões Político-Democráticas
da Atualidade: Para onde vamos?

XVIII EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
Florianópolis, 9 e 13 de novembro de 2020

TEMA: A Pesquisa em Ensino de Física e as Tensões
Político-Democráticas da Atualidade: Para onde vamos?

Organização Geral

Juliano Camillo (UFSC) – Coordenador Geral
Marina Valentim Barros (UFG)
Wagner Duarte José (UESB)
Roberto Soares da Cruz Hastenreiter (IFRJ)
Geide Rosa Coelho (UFES)



1. Ensino, Aprendizagem e Avaliação em Física

Prof. Dr. Maurício Kleinke (UNICAMP)
Profa. Dra. Fernanda Bozelli (UNESP)
Prof. Dr. Maxwell Siqueira (UESC)

2. Formação e Prática Profissional do Professor de Física

Profa. Dra. Ivanilda Higa (UFPR)
Prof. Dr. Roberto Nardi (UNESP)
Prof. Dr. Glauco Ferreira dos Santos (CEFET-RJ)

3. Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física

Profa. Dra. Andréia Guerra (CEFET-RJ)
Prof. Dr. Alexandre Bagdonas (UFLA)
Prof. Dr. Ivã Gurgel (USP)

4. Física e Comunicação em Práticas Educativas Formais, Informais e Não Formais

Profa. Dra. Graciella Watanabe (UFABC)
Profa. Dra. Sylvania Souza do Nascimento (UFMG)
Prof. Dr. Laércio Ferracioli (UFES)

5. Tecnologias da Informação e Comunicação e o Ensino de Física

Prof. Dr. Marco Braga (CEFET-RJ)
Profa. Dra. Shirley Gobara (UFMS)
Prof. Dr. André Ary Leonel (UFSC)

6. Didática, Currículo e Inovação Educacional no Ensino de Física

Prof. Dr. Maurício Pietrocola (USP)
Prof. Dr. Alexssandro Pereira (UFRGS)
Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron (USP)

7. Linguagem e Cognição no Ensino de Física

Profa. Dra. Eliane de Sá (UEMG)
Prof. Dr. Cristiano Mattos (USP)
Profa. Dra. Marta Máximo (CEFET-RJ)

8. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e o Ensino de Física

Profa. Dra. Deise Miranda Vianna (UFRJ)
Prof. Dr. Luciano Fernandes Silva (UNIFEI)

9. Políticas Públicas em Educação e o Ensino de Física

Profa. Dra. Cristina Leite (USP)
Prof. Dr. Jorge Megid Neto (UNICAMP)
Prof. Dr. André Ferrer (UFRN)

10. Questões Teórico-Metodológicas e Novas Demandas na Pesquisa em Ensino de Física

Profa. Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura (USP)
Profa. Dra. Amanda Amantes (UFBA)
Dra. Alcina Maria Testa Braz da Silva (CEFET-RJ)

11. Equidade, inclusão, diversidade e estudos culturais e o ensino de Física

Prof. Dr. Juarez Melgaço Valadares(UFMG)
Profa. Dra. Indianara Lima Silva (UEFS)
Profa. Dra. Katemari Rosa (UFBA)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Anais do XVIII encontro de pesquisa em ensino de física [livro eletrônico] : a pesquisa em ensino de física e as tensões político-democráticas da atualidade : para onde vamos? / organização Juliano Camillo ... [et al.]. -- 1. ed. -- São Paulo : Sociedade Brasileira de Física, 2020.

PDF

"Florianópolis, 9 e 13 de novembro de 2020".

Outros autores : Marina Valentim Barros, Wagner Duarte José, Roberto Soares da Cruz Hastenreiter, Geide Rosa Coelho.

ISBN 978-85-89064-38-5

1. Física - Estudo e ensino 2. Pesquisa científica
I. Barros, Marina Valentim. II. José, Wagner Duarte.
III. Hastenreiter, Roberto Soares da Cruz. IV.
Coelho, Geide Rosa.

21-70585

CDD-530.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Física : Estudo e ensino 530.7

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Entre os dias 09 e 13 de novembro de 2020 ocorreu o XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. O evento estava originalmente planejado para ocorrer em junho de 2020, presencialmente, na cidade de Florianópolis/SC. Devido à pandemia de COVID-19, essa imensa crise sanitária e humanitária, houve uma alteração na sua data e, posteriormente, no seu formato, que passou a ser totalmente remoto. Participaram 295 pessoas, oriundas de todos os estados e do distrito federal. Foram apresentados e discutidos 257 trabalhos, aceitos a partir do processo de revisão por pares: 176 em 30 sessões de comunicação oral e 81 em 15 sessões de pôsteres. A palestra de abertura “From instrumentalism to hope: transforming science education” foi proferida pelo Prof. Ralph Levinson, do Instituto de Educação da Universidade de Londres, e a de encerramento, “Controvérsias e a imagem pública da ciência”, pelo Prof. Olival Freire Júnior, da Universidade Federal da Bahia. Em sintonia com o tema proposto para 2020, “A Pesquisa em Ensino de Física e as Tensões Político-Democráticas da Atualidade: Para onde vamos?”, o evento contou com 6 mesas redondas, que trataram de temas imperativos para a pesquisa em ensino de física no Brasil e no mundo hoje:

Educação Não Formal, divulgação científica e ensino de Física - Silvania Nascimento, Laércio Ferraciolli e Alan Alves Brito

Ensino de Física e Gênero - Katemari Rosa, Alice Pagan e Leandro Londero

Ensino de Física: Educação do Campo, Indígena, Quilombolas e outros movimentos sociais - Juarez Melgaço Valadares, Elizandro Maurício Brick e Marina Valentim

TDIC, Novas Metodologias e Recursos Educacionais - Ives Solano, Shirley Takeco Gobara e André Ary Leonel

Perspectivas da Pesquisa em Ensino de Física - Para onde vamos? - Maurício Pietrocola, Demétrio Delizoicov e Lucia Sasseron

Formação Docente em Tempos de BNCC, BNFP e das Novas Diretrizes curriculares para o Ensino Médio - Fernanda Ostermann, Orlando Aguiar e Fernanda Cátia Bozelli

Além disso, cada vez mais tem se consolidado dentro do EPEF um espaço dedicado à nova geração de pesquisadores e pesquisadoras em ensino de física: a

escola de formação, que, em 2020, contou com quatro cursos, abordando distintas perspectivas teórico-metodológicas da pesquisa:

A Pesquisa Historiográfica e Etnográfica no Ensino de Física - Sylvania Nascimento

Metodologias Ativas no ensino de Física - Ives Solano

Desenvolvimento de instrumentos para a pesquisa quali-quantitativa no ensino de Física - Maurício Kleinke

Paulo Freire e o ensino de Física (Escola de Formação Marta Pernambuco) -

Demétrio Delizoicov, Elizandro Maurício Brick e Simoni Gehlen

E por fim, mas não menos relevante, o evento não deixou de lado o lançamento de livros e, tampouco, as homenagens a pessoas que contribuíram de modo especial para o campo da pesquisa em ensino de física e para a educação brasileira. E depois de tantas atividades ao longo do dia, foi possível aproveitar de três noites culturais. Nem o cansaço nem o distanciamento físico tiraram a animação das atividades conduzidas por pesquisadores em ensino de física que estão imersos também em outros campos da cultura: rock, samba e mágica.

O evento foi bastante exitoso. Essa foi a manifestação de diversos participantes ao longo do evento e também o resultado da avaliação realizada pela assembleia do XVIII EPEF. Ponderou-se que o formato remoto não substitui o evento presencial, mas nas condições impostas pela pandemia, esse foi um caminho viável para que o tradicional evento não fosse cancelado. Além disso, o formato remoto permitiu a participação de um maior número de pesquisadores em relação aos eventos anteriores e de um público, sobretudo de estudantes, que não poderia ter viajado para participar presencialmente do evento. A experiência exitosa do XVIII EPEF, apesar de demandar mais reflexões, pode apontar possibilidades para os eventos futuros, em formato híbrido, que não descarta o evento presencial, mas que permite que em determinados momentos do evento exista uma maior participação do público.

Nas páginas que seguem, estão os trabalhos completos apresentados nas sessões de pôsteres e comunicações orais.

Comissão Organizadora

Linha 01 - Ensino, aprendizagem e avaliação em Física**Apresentações Oraís**

Para Além Do Conhecimento Científico Escolar Em Aulas De Física: Retomadas Pela Memória E Seus Elementos Mediadores Marta Maximo Pereira, Maria Lucia Vital Dos Santos Abib	0001
Análise Dos Distratores Referente Às Questões De Física Do Enem 2018 Daniel Gouveia Duarte, Maria Inês Martins	0009
Ensinando A Lei Da Inércia Através Da Metodologia Instrução Por Pares Gabriele Maria Baptista Cordeiro, Marco Aurélio Do Espírito Santo, Larrissa De Jesus, Jefferson Adriano Neves	0017
Ensino De Física E Jogos: Estudo De Materiais Lúdicos Como Recurso Didático. Lucas Massensini De Azevedo, Eugenio Maria De França Ramos, Bernadete Benetti	0025
Acessando O Raciocínio Dos Estudantes Através Do Teste Em Três Camadas Viviane Florentino De Melo, Wanderley Paulo Gonçalves Junior, Amanda Amantes Neiva	0033
Atividade Investigativa Virtual E Material: As Estratégias Dos Estudantes Para Resolver Uma Tarefa Sobre Pêndulo Simples Silvia Porto, Amanda Amantes	0042
Contrutos Da Prova De Física Do Enem De 2017 Por Análise Fatorial Exploratória Renato Pacheco Villar, Maurício Urban Kleinke	0050
Análise De Concentração Do Item Para Identificação De Distratores No Enem Renato Pacheco Villar, Maurício Urban Kleinke	0058
Tecnologias Digitais: Uso Do Phet No Ensino De Eletrodinâmica Argemiro Midones Bastos	0066
"A Mediação Pedagógica Em Uma Aula Investigativa Sobre Força De Atrito Na Primeira Série Do Ensino Médio Marina Romanha Paraizo, Leandro Da Silva Barcellos	0074
Proposta De Ensino Das Leis De Newton Por Intermédio Do Jogo Digital Cut The Rope Rafael Tomé De Moura, Maria Cristina Do Amaral Moreira	0082

Interação No Contexto Escolar: Perspectivas De Professores De Física Do Ensino Médio Amanda Da Silva Coraiola, Ivanilda Higa	0090
Instrumentos De Avaliação No Ensino De Física Eduardo Lourenço Fabio De Lima, Luiz Fernando Da Silva, Wilgner Guilherme Sebold	0098
Bobina De Tesla E Outros Organizadores Avançados Ausubelianos Para O Ensino De Eletrodinâmica Antony Marco Mota Polito, Ingrid De Sousa Rodrigues Duarte	0106
Mapeamento Dos Itens De Física Do Enem Entre 2009 E 2017 Guilherme Stecca Marcom, Maurício Urban Kleinke	0114
Aprendizagem Em Física Na Transição Para O Ensino Superior: Possíveis Diagnósticos E Estratégias Daniela Szilard, Gustavo Rubini, Marta F. Barroso	0121
Caracterização Da Produção Acadêmica Sobre O Ensino De Astronomia Em Periódicos Da Área De Educação Em Ciências Luciana Bagolin Zambon, Taís Regina Hansen	0129
Identificando Concepções Alternativas E Dificuldades Dos Alunos Sobre Circuitos Elétricos Em Avaliações Tayna Mioni Nakamura, Renato Pacheco Villar, Maurício Urban Kleinke	0137
Uma Investigação Em Periódicos E Eventos Do Ensino De Física Sobre O Uso De Modelos E Modelização Na Educação Básica Kleber Briz Albuquerque, Paulo José Sena Dos Santos	0145
Perspectivas Interdisciplinares No Ensino De Física: A Construção De Uma Disciplina Eletiva De Física Médica Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodré, José Luís Nami Adum Ortega, Pedro Luís Zen, Cristiano Rodrigues De Mattos	0153
O Desenho Como Instrumento De Avaliação No Ensino De Física Nos Anos Iniciais Do Ensino Fundamental Jessica Yule Da Costa, Fernanda Keila Marinho Da Silva, Adriana De Oliveira Delgado-Silva	0161
Analisando O Impacto Das Representações De Gênero No Enem 2018 Viviana Da Cruz Vicente, André Machado Rodrigues	0169
O Uso Da Dança Em Atividades De Ensino E Aprendizagem De Saberes De Mecânica Geral. Ronaldo Conceição Da Silva, Shirley Takeco Gobara	0177

Práticas Epistêmicas E Engajamento Em Uma Aula Investigativa De Ciências Izabella Nunes De Vasconcelos, Lúcia Helena Sasseron	0185
A Avaliação Nos Livros Didáticos De Física Do Pnld: Estudo Sobre As Orientações Presentes No Manual Do Professor Lucas Macedo Cunha, Tânia Maria Figueiredo Braga Garcia	0193
Resolução De Questões Conceituais Em Física: Indícios Da Emergência De Miniciclos Expansivos Douglas Henrique De Mendonça, Orlando Gomes Aguiar Jr	0201
Orientações Do Portal Do Phet Para Professores: Um Olhar A Partir Das Etapas Do Ensino Por Investigação Adriana Aparecida Da Silva, Emanuel José Reis De Oliveira	0209
Uma Proposta De Gamificação Do Processo Avaliativo No Ensino De Eletricidade E Magnetismo Em Um Curso De Licenciatura Vinicius Munhoz Fraga, Maria Cristina Do Amaral Moreira, Marcus Vinicius Pereira	0217
A Construção De Explicações Científicas E As Interações Discursivas Em Dois Cenários: O Trabalho Em Grupo E A Discussão Coletiva Em Plenária Leonardo Lago	0225
Ensinando Física Conceitual E Uma Proposta De Estudo Das Dificuldades Dos Estudantes José Guilherme Moreira	0233
O Princípio Da Incerteza Em Livros Didáticos Do Ensino Superior: Uma Análise Com Métodos Quantitativos Interpretativos Miguel Rocha Bento, Nathan Willig Lima, Cláudio José De Holanda Cavalcanti	0241
Cenário Da Metacognição No Ensino De Física No Período De 2008-2018 Andréia Spessatto De Maman, Marli Teresinha Quartieri, Italo Gabriel Neide	0249
Vídeo Para Ensinar Os Postulados Da Relatividade Restrita Na Sala De Aula A Partir Do Interferômetro De Michelson Solano Pereira Pinto, Wagner Franklin Balthazar	0257
Competências E Habilidades Na Bncc Para O Ensino Prático-experimental Rodrigo Ronelli Duarte De Andrade, Pedro Jaime De Almeida Severo	0264
Dificuldade Para Leitura De Gráficos E As Atividades Investigativas Dara Beatriz Do Santos Souza, Milene Frainer De Liz,irina Borges Lima, Alex Belluco, Marivaldo Parma	0272

Linha 01 - Ensino, aprendizagem e avaliação em Física**Posters**

- Uma Abordagem Inclusiva No Ensino De Eletrodinâmica Utilizando Recursos Didáticos Diversos**
Jonathas Harley De Castro Navegantes, Müller Dos Reis Barros, Marlon Fernandes Farias, João Paulo Rocha Dos Passos 0280
- O Uso De Histórias Em Quadrinhos Para A Abordagem Dos Conteúdos De Física Moderna**
Larissa Sozo, Monica Abrantes Galindo 0288
- Astronomia E Suas Tecnologias Aplicadas Ao Ensino Médio**
Amanda Cristina Dos Santos Almeida, ébano Henrique Da Silva Rizério, Vinícius Santana Pedreira 0296
- Metodologias Ativas No Ensino De Física: Uma Revisão Sistemática**
Wesley Do Nascimento Ferreira, Flávia Pacífico Barros, Lincoanderson Oliveira Dantas, Ercleiton Rodrigues De Macedo 0304
- Interação Radiação-matéria: Uma Proposta Didática Para O Ensino Médio**
Cléia Neves Bueno, Frederico Ayres 0312
- Alternativas Metodológicas No Ensino De Física Para O Curso De Agronomia No Campus Ufv-florestal**
Leonardo Antônio Mendes De Souza, João Augusto Faria De Sousa, David De Souza Lage, Thiago Mendonça, Douglas Henrique De Mendonça 0320
- Utilização De Experimentos E Um Motor Stirling No Ensino Da Primeira E Segunda Lei Da Termodinâmica No Ensino Médio**
André Henrique Torres Müller, Flavio Gimenes Alvarenga, Gustavo Viali Loyola, Rodrigo Dias Pereira, André Luiz Alves 0328
- Relatos De Experimentos No Ensino De Física: Ondas Mecânicas, Lei De Faraday E Gravitação**
André Luiz Alves, Rodrigo Dias Pereira, Gustavo Viali Loyola, Anderson Nunes Panetto, Yohannes Benincá Motta, Arthur Bissoli, Gabriel Pestana 0336
- Ensino Do Efeito Compton Através De Metodologias Ativas De Aprendizagem**
Daniele Socorro Ribeiro Da Silva, Luciana Da Cruz Barros, Caio Fernando Rocha Da Silva, Mateus Gomes Lima 0344
- O Conceito De Força E Sua Interlocução Com Outros Conceitos Físicos: Uma Proposta De Ensino**
Rebeca B. Lima, Sabrinna Aparecida Rezende Macedo, Izabel Cristina Duarte Dos Santos, Giovanna Moreno Parizotto 0352

Questões Sociocientíficas Na Temática Urbanização No Ensino De Física João Pedro Martins Coelho Júnior, Nataly Carvalho Lopes	0359
Novas Possibilidades No Ensino De Física: Construindo E Compreendendo Como Funciona "O Show Da Monga" Gilvan Chaves Filho, Luiz Antônio Bastos Bernardes	0367
Pensamento Científico Em Artigos Publicados De 2015 A 2019 Em Periódicos De Ensino De Física Danielle Rocha, Arnaldo Vaz	0375
A Física Quântica Nos Cursos De Formação De Professores De Física Do Estado De São Paulo Eric Delarco Bertoni, Alvaro Cesar Da Silva Junior, Leandro Londero	0383
Oscilações E Ondas Para Alunos Com Deficiência Visual Bruna Araujo Ferreira, Deise Miranda Vianna, Marcos Binderly Gaspar	0391
A Atividade De Controvérsia Em Sala De Aula: Uma Perspectiva Através Da Teoria Da Atividade De Leontiev E Teoria Do Discurso De Bakhtin José Anderson De Oliveira, Glauco S. F. Silva, Giselle F. De Castro Catarino	0399
As Notas Em Ciências Naturais E A Desigualdade Socioespacial Na Cidade De São Paulo: Estudo Introdutório Felipe Muneratto, Graciella Watanabe	0407
Análise Estatística Da Percepção Dos Alunos Do Ensino Fundamental Da Emef José Bessa - Beberibe - Ce, Sobre A Oba No Período De 2014 A 2019: Estudo De Caso Marília De Queiroz Sena, Rafael Castelo Guedes Martins, Erlania Lima De Oliveira	0417
Viagem Na Atmosfera Terrestre: Um Jogo Virtual Para Enfatizar Conceitos Físicos No Estudo Da Atmosfera No Ensino Fundamental José Carlos De França, Erlania Lima De Oliveira, *rafael Castelo Guedes Martins, Antônio Kalielso Da Silveira	0425
Estudo De Astronomia E Astronáutica Em Uma Componente Curricular Com Foco Na Olimpíada Brasileira De Astronomia (Oba) João Paulo Soares, *rafael Castelo Guedes Martins, Erlania Lima De Oliveira	0436
Projeto E Desenvolvimento De Um Forno De Fundição Para Fins Didáticos: Uma Proposta De Instrumentação Para O Ensino De Física Térmica Denise A. Do Nascimento, Gilmar Alves Da Silva, Andrews S. Vieira	0444

- O Uso De Experimentos No Ensino De Física Como Uma Ferramenta De Ensino E Melhoramento Da Aprendizagem**
Giovani Luz Andrade, Ian Lima Santana, Ferdinand Martins Da Silva 0451
- Princípio Da Complementaridade Em Livros Didáticos Do Ensino Superior: Uma Discussão À Luz Da Sociologia Simétrica Da Educação Em Ciências**
Jaíne Alvarenga Da Cruz, Nathan Willig Lima 0459
- Práticas Experimentais De Física A Distância: Uma Análise Exploratória Sobre O Ensino Remoto De Energia Mecânica**
Leonardo Testoni, Iago Tahan, Marco Antonio Lira, Claudinei Jacobucci, Arthur Biasotto 0467
- Desempenho De Alunos Do Ensino Médio Em Óptica: A Competição Usp De Conhecimentos Como Contexto**
Ariane Baffa Lourenço, Herbert Alexandre João,*caroline Polizei Lorente, Lucas Bichara, Mariana Soares Alves De Souza, Antonio Carlos Hernandes 0475

Linha 02 -Formação e Prática Profissional do Professor de Física

Apresentações Orais

- Os Sentidos Atribuídos Por Licenciandos Em Física Sobre O Ensino Por Investigação**
Augusto Cesar Araujo Lima, Fernanda Cátia Bozelli, Jéssica Dos Reis Belíssimo, Roberto Nardi 0483
- Atuação E Concepções De Professores De Física: Tecendo Relações**
Angelisa Benetti Clebsch, Christian James Henschel, Eduardo Rosa De Jesus 0491
- Reflexão, Inovação E Pesquisa Na Docência Em Física**
Jaderson Guilherme Polli, Erick Mayer, Aline Cristina De Sant'anna, Angelisa Benetti Clebsch 0499
- Contribuições Das Disciplinas De Física Experimental Para A Prática Docente No Ensino Médio**
Nelson Luiz Reyes Marques, Gilberto Orengo De Oliveira 0507
- Interlocação Escola-universidade: Uma Experiência De Construção Colaborativa De Sequências Didáticas**
Douglas Grando De Souza, Eliane Angela Veit 0515
- O Uso De Grafos Para Análise Da Codocência No Contexto Da Prática De Ensino Física**
Gabriel Gomes Dos Santos, Thiago Brañas De Melo, Glauco S F Silva, Cristiano Mattos 0523

Argumentação E Racionalidade Em Processos De Construção De Sequências Didáticas Na Formação Inicial De Professores De Física	
Emerson De Oliveira Santos, Silmara Alessi Guebur Roehrig, Noemi Sutil	0531
A Mediação Sociohistórico-cultural Na Atividade Humana Da Docência Em Física	
Andrea Borges Umpierre, Rafaele Rodrigues De Araujo, Jaqueline Ritter	0539
Um Estudo Sobre O Impacto De Cursos De Curta Duração Internacionais No Desenvolvimento Profissional De Professores De Física Brasileiros	
Ricardo Meloni Martins Rosado, Alberto Villani	0547
Uma Abordagem Freireana No Ensino Superior: O Ensino De Física Problematizado	
Arthur Santiago, Cristiano Mattos	0555
Olhares De Licenciandos De Física Sobre Papel Do Supervisor De Estágio: Um Estudo Exploratório	
Karine Karsten, Jeimeson Roberto França, Raquel Mistrovicz Tomé Gonçalves, Ivanilda Higa	0563
A Contribuição Do Estágio Supervisionado Para A Formação De Estudantes De Licenciatura Em Física Que Já Participaram Do Pibid	
Karine Karsten, Ivanilda Higa	0571
Uma Apreensão Sobre A Influência De Uma Disciplina De Introdução Ao Ensino E À Divulgação Da Física Na Formação De Licenciandos	
Khalil Oliveira Portugal, João Vítor Costa De Oliveira, Marcello Ferreira	0579
Radiação Síncrotron No Brasil E Tecnologia No Ensino De Física: Algumas Propostas	
Rafaelle Da Silva Souza, Taneska Santana Cal	0587
Saberes Docentes Mobilizados Por Licenciandos Em Física Na Iniciação À Docência	
Caroline Dorada Pereira Portela, Luiz Gustavo Pampu, Kelly Vanessa Fernandes Dias Da Silva, Renata Vieira De Almeida Albuquerque	0595
Um Estudo Exploratório Acerca Da Persistência Dos Estudantes Em Um Curso De Licenciatura Em Física De Uma Universidade Pública Brasileira	
Kaluti Moraes, Leonardo Albuquerque Heidemann, Tobias Espinosa	0603
Um Estudo Longitudinal Sobre Os Saberes Docentes Mobilizados Por Licenciandos Em Física	
Jéssica Dos Reis Belíssimo, Fabiano Willian Parma, Roberto Nardi	0611

Considerações Sobre O Conhecimento Pedagógico Do Conteúdo De Um Professor De Física Experiente: Um Estudo De Caso Karoline Cristina Arruda Sanches, João Paulo Fernandes, Glauco S.F.Da Silva	0618
Física Na Cozinha: Um Espaço Didático Para Discussões De Temáticas Da Educação Científica Pina Elisa Di Nuovo Fernandes Sollero, Winston Gomes Schmiedecke	0626
O Entendimento De Energia Em Professores De Ciências Em Formação Na Perspectiva Do Perfil Conceitual Orlando Aguiar Jr, Ana Barbara L. O. Lage, Larissa A. Moraes, Charbel N. El-hani, Hannah Sevian	0634
Interesse Pela Docência: Um Olhar Através De Retratos Sociológicos Jailton Correia Fraga Junior, Vanessa Carvalho De Andrade, Paulo Lima Junior	0643
O Tema Energia Solar Fotovoltaica Para O Ensino De Física Na Visão De Três Professores Ygor Bernardes Santos, Orlando Aguiar Jr	0651
Aprendizagem De Princípios E Processos Ausubelianos Eduardo Araujo Mello Júnior, Nádia Cristina Guimarães Errobidart , Lisiane Barcellos Calheiro	0659
Perfil E Impacto Do Curso De Física-licenciatura Na Universidade Federal De Pernambuco - Campus Agreste (Ufpe-ca) Em Seus 10 Anos De Existência João Eduardo Fernandes Ramos, Katia Calligaris Rodrigues, Tassiana Fernanda Genzini De Carvalho	0667
A Proposta Do Estágio Curricular Supervisionado De Curso De Licenciatura Em Ciências Com Habilitação Em Física Conforme As Orientações Presentes No Manual Orientador José Ricardo Da Silva Alencar, Odete Pacubi Baiarl Teixeira	0675
O Professor De Física E A Interdisciplinaridade Do Conhecimento Científico: Ação Pedagógica Na Sala De Aula Fernanda Franzoni Pescumo, Jesuína Lopes De Almeida Pacca	0683
A Flutuação: Uma Possibilidade De Aproximação Entre A Educação Em Ciências E Os Direitos Humanos Armando Gil Ferreira Da Silva, Patricia Domingos, Gloria Regina Pessoa Campello Queiroz	0691
Pluralidade De Contextos No Ensino De Física: Trajetórias E Desenvolvimento Profissional Docente Wilson Elmer Nascimento, Elisabeth Barolli	0700

Atividades Experimentais De Física Nos Anos Finais Do Ensino Fundamental: Fragmentos De Uma Formação Continuada Fernanda Teresa Moro, Maria Madalena Dullius	0708
Percepções De Professores De Física Sobre Aspectos Definidores De Seu Perfil Profissional Rafael Figueira, Alice Helen Campos Pierson	0717
Escola De Física Do Cern: Uma Revisão Sistemática De Literatura Em Eventos Nacionais De Ensino De Física Luciano Denardin, Gabriel Santos Ortiz	0726

Linha 02 - Formação e Prática Profissional do professor de Física

Posters

Modelagem Matemática No Ensino De Física: Potencialidades De Uma Atividade Na Formação De Físicos-educadores Jefferson José Dos Santos, Graciely Rocha Braga	0734
Herança Cultural Da Educação Científica: A Influência Do Professor Da Educação Básica Na Escolha Pela Docência Leandro Da Silva Barcellos, Geide Rosa Coelho	0742
O Processo De Construção Da Identidade Docente: Narrativas De Um Professor De Física Fernanda Rodrigues Alves Costa,, Geide Rosa Coelho	0750
Investigação Do Perfil Epistemológico De Licenciandos Em Física Sobre Conceitos De Mecânica Lucas Mariz Silva, João Ricardo Neves Da Silva	0758
A Temática Ambiental No Ensino Superior: Possibilidades Para A Formação Do Professor De Física Danielle Aparecida Reis Leite, Luciano Fernandes Silva	0766
Saberes Docentes Mobilizados Por Uma Professora Em Formação Amanda Cristina Naujorks, Lisiane Barcellos Calheiro, Nádia Cristina Guimarães Errobidart	0774
Diferentes Abordagens Didáticas De Laboratório Didático De Física: Evidências A Partir De Estudos De Materiais Experimentais Em Um Laboratório com Pouco Uso Ricardo Costa Dobrowisch, Eugenio Maria De França Ramos, Natan Trovó Lino	0782
A Utilização De Elementos De História, Filosofia E Sociologia Da Ciência No Ensino De Física: O Que Dizem Professores? Sarah Orthmann, Eduardo Terrazzan	0790

Linha 03 - Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física**Apresentações Orais**

Estado Do Conhecimento: O Uso Da História E Filosofia Da Ciência No Ensino De Física Raul Isaias Campos, Agustina R. Echeverría	0796
Modelo Nuclear Em Camadas: As Contribuições De Maria Goeppert-mayer (1906-1972) No Campo Da Física Nuclear Larissa Do Nascimento Pires, Israel Müller Dos Santos, Felipe Damasio	0804
Esperantismo: Uma Discussão Sobre Os Argumentos De Terraplanistas E Terraesfericistas Felipe Lopez, William Ney Jr, Cristiano Mattos	0812
Conver(Sas)-gências: Carl. R. Rogers E Paul K. Feyerabend Em Um Humanizar Da Educação E Da Ciência Letícia Jorge, Luiz O. Q. Peduzzi	0820
Roleplay Game No Ensino De Física: Explorando A Evolução Do Conceito De Inércia Através Da Imaginação E Interpretação. Miguel Centurion, Gilmar Praxedes	0828
Ciência Nacional E Ensino De Física: Uma Análise De Publicações Nos Últimos Dez Anos Fabiano Fernandes De Oliveira, Andreia Guerra De Moraes, Cristiano Barbosa De Moura	0836
Natureza Da Ciência E A Detecção Das Ondas Gravitacionais: Um Olhar A Partir Da Teoria Da Atividade Cultural-histórica. João Otavio Garcia, Juliano Camillo	0844
Desafios E Problemas Existenciais Da Teoria Quântica Rafaelle Da Silva Souza	0852
Identidade Científica De Mulheres: Possibilidades Para O Uso Da História De Sonja Ashauer Na Educação Barbra Miguele De Sá, Ivã Gurgel	0860
Carta De Isaac Newton A Francis Aston: Contextualizando Aspectos Da Natureza Da Ciência No Ensino De Física Carlos Alberto Chaves, Ivã Gurgel, Valéria Silva Dias	0868
A Abordagem Histórico-investigativa Na Formação Inicial De Professores De Física: Construindo Quadros Teóricos Didáticos Histórico-investigativos José Antonio Ferreira Pinto, Cibelle Celestino Silva	0876

Apontamentos Sobre As Pesquisas Em História Da Ciência Apresentadas No Epef Na Última Década Diego Hipolito Ribeiro, Marcos Moraes Calazans	0884
Metáfora Epistêmica E Conhecimento Científico: A Gênese Do Conceito De Spin Como Estudo De Caso Fábio Bartolomeu Santana, Henrique César Da Silva	0892
Representações Sociais Sobre O Aprender Física Na Educação Básica: Valores Ligados Ao Belo E Ao Benefício Júlia Bernardes Ogata, Maurício Pietrocola, Filipe Berçot, Lyon Saluchi Da Fonseca	0900
Para Além Da Instituição Científica: O Eclipse Solar De 1919 Lucas Albuquerque Do Nascimento, Juliano Camillo	0909
A Interpretação De Copenhague Na Voz De Werner Heisenberg Gabriela Gomes Rosa, Nathan Willig Lima, Cláudio José De Holanda Cavalcanti	0917
"Sobre A Interação Das Forças Naturais": Uma Discussão Sobre A Proposição Da Conservação De Energia Nos Artigos De Helmholtz Leticia Glass, Débora Polli Mendeleski, Nathan Willig Lima, Matheus Monteiro Nascimento	0925
O Positivismo Comtiano, A Não Modernidade De Latour E A Crise Do Paradigma Vigente De Boaventura: O Que A Educação Científica Deve Preservar Da Modernidade E O Que Deve Criticar Pedro Antônio Viana Vazata, Nathan Willig Lima, Fernanda Ostermann	0934
História E Natureza Da Ciência Em Tempos De Pós-modernidade Jasmim Andrade Ezequiel, Luciene Fernanda Da Silva	0942
O Debate Sobre O Formato Da Terra Em Sala De Aula: Uma Análise Segundo A Epistemologia De Gaston Bachelard Donizete Aparecido Buscatti Junior	0950
Inserção Da História Da Ciência No Ensino Médio: Importância E Dificuldades Laiane Caio, Edenmar G. D. Zacaria, Paulo Vinicius Rebeque	0958
A Fundação Da Ffcl-usp E Seus Primeiros Anos (1934-1941): Reflexões Sobre O Ensino E A Pesquisa Em Física No Brasil Jonathan Melkes Francisco Monzon, Marcia Tiemi Saito	0966
O Papel Da História E Filosofia Da Ciência No Planejamento Curricular: Elementos Para A Prática Na Formação Inicial De Professores De Física Lisbeth L. Alvarado Guzmán, Jéssica Dos Reis Belíssimo, Roberto Nardi	0974
A História Da Cientista Bertha Lutz Para Promover Maior Engajamento Das Meninas Com As Ciências Da Natureza Silvana Pavão T Papalardo, Fernanda Franzolin, Zaqueu Vieira Oliveira	0982

Noções De Alunos A Respeito Do Uso De Simulações Computacionais De Experimentos Históricos Para O Ensino De Física Marcia Da Costa, Irinéa De Lourdes Batista	0991
Dispositivo Analítico Para A Caracterização Epistemológica Do "Misticismo Quântico" Daniel Pigozzo, Matheus Monteiro Nascimento, Nathan Willig Lima	0999
Tecendo Elementos Sociais Da Ciência A Partir De Grupos Colaborativos: Máquinas A Vapor Shaiane Silva De Oliveira, Barbara Taroco Marocco , Marlon C. Alcantara , Bruno Gonçalves	1007
Terraplanismo E Ensino De Ciências: Deveríamos Estar Preocupados? André Ferrer P. Martins	1015
As Duas Culturas E Uma Terceira Leitura André Ferrer P. Martins	1023
A Origem Dos Problemas Empíricos Astronômicos No Longevo Contexto Investigativo Grego Carlos A. S. Batista, Luiz O. Q. Peduzzi	1032
As Imagens Não São Meras Ilustrações: Uma Perspectiva Histórica E Cultural Para O Ensino De Física De Partículas Jonathan Thomas De Jesus Neto, Henrique César Da Silva	1040
Linha 03 - Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física	
Posters	
"Então as Luzes se Curvaram": Uma Narrativa Histórica para Debater a Ascensão da Relatividade Geral Fernando Domingos, Alexandre Bagdonas, João Zanetic	1049
Epistemologias do Norte e Epistemologias do Sul: o Dominador e o Dominado Anderson Gomes De Paula , Adriana Maria Melo , Stefannie Dusek	1057
Dualidade Onda-partícula em Livros Didáticos do Ensino Superior e Sua Relação Com Artigos Originais: Uma Análise de Sociologia Simétrica de Educação em Ciências Paula Trein, Pedro Vazata , Nathan Lima	1068

Linha 04 - Comunicação em Práticas Educativas Formais, Informais e Não Formais e o Ensino de Física

Apresentações Orais

- O Uso De Memes Na Comunicação Científica: O Humor Como Forma De Engajamento Científico Em Redes Sociais**
João Eduardo Fernandes Ramos, José Marcelo Severino Da Silva Filho 1076
- Reflexões Sobre A Ciência E A Sua Representação Em Filmes De Ficção Científica**
Celso Luiz Mattos, Alice Helena Campos Pierson 1084
- Um Panorama Das Publicações Sobre Divulgação Científica E Espaços Não Formais Em Eventos E Publicações Da Sbf**
Matheus Barros, Luis Fernando Dos Santos Miranda, Sílvia Martins 1092
- O Desenvolvimento De Práticas Epistêmicas E Científicas Em Um Centro De Ciências Por Meio De Uma Atividade Investigativa**
Jéssica Adriane De Souza Bodevan, Geide Rosa Coelho 1100
- O Lúdico No Ensino De Física: O Brinquedo Como Recurso Didático Para O Ensino De Ciências**
Caue Fernandes, Eugenio Maria De França Ramos 1109

Linha 04 - Comunicação em Práticas Educativas Formais, Informais e Não Formais e o Ensino de Física

Posters

- Produção Acadêmica Sobre Física E Arte No Ensino De Ciências: Uma Análise De Dissertações E Teses Produzidas Entre 2000-2018**
Monikeli Wippel, Maria José Fontana Gebara 1115
- Eletricidade Em Exposição: Elementos Para A Abordagem Da Eletricidade No Cotidiano, Em Um Museu De Ciências**
Heidie Da Silva Torres, Débora Garcia, Matheus Barros, Natália De Andrade Nunes, Sílvia Martins 1123
- O Experimentum Crucis De Newton Multissensorial**
Kim Silva Ramos, Maria Da Conceição Almeida Barbosa-lima, Luiz Pinheiro Cordovil Da Silva 1131

Linha 05 - Tecnologias da Informação e Comunicação e o Ensino de Física**Apresentações Orais**

- Objeto De Aprendizagem Multimídia (Oam) Aplicado A Dispositivos Móveis: Uma Proposta Para O Ensino De Ciências Na Educação De Jovens E Adultos**
Geraldo Magella Barbosa De Oliveira, Michele Ueno Guimaraes 1139
- Recursos Tecnológicos Em Questões De Física Do Enem**
Lucas Mateus Ishihara De Oliveira, Maria Ines Martins 1147
- Elaboração De Simulações Computacionais De Experimentos Históricos Para O Ensino De Física: Etapas Do Processo Colaborativo De Uma Equipe Multidisciplinar**
Márcia Da Costa, Yago Henrique Pereira, Murilo Crivellari Camargo, Irinéa De Lourdes Batista, Jacques Duílio Brancher 1155
- Projeto Estelar: Uma Ferramenta Tecnológica Para O Ensino De Astronomia E Observação Do Céu A Olho Nu**
Matheus Navi Dos Santos Silva, João Teles De Carvalho Neto, Fernando Augusto Pedersen 1163
- A Relação Entre Livros Didáticos E Outros Matérias De Ensino. Objetos Educacionais Digitais Sugeridos Nos Livros Didáticos De Física**
José Leandro Lima De Souza, Tânia Maria Figueiredo Braga Garcia 1171
- Simuphoton: Um Simulador Computacional Para O Ensino Do Efeito Fotoelétrico**
Caio Fernando Rocha Silva, Rodrigo Do Monte Gester, Mateus Gomes Lima 1179
- Um Método (?) Completamente Novo (?) Para Ensinar (?) Física**
Carlos Magno Sampaio, Antonio Joaquim Severino 1187

Linha 05 - Tecnologias da Informação e Comunicação e o Ensino de Física**Posters**

- Uma Proposta De Baixo Custo De Interferômetro De Michelson No Ensino De Física Moderna**
Abriel A. Caritá, Matheus Navi Dos Santos Silva, João Teles De Carvalho Neto 1196
- O Uso De Animações Computacionais No Processo De Ensino E Aprendizagem De Física Moderna E Contemporânea**
Luciana Da Cruz Barros, Daniele Socorro Ribeiro Da Silva, Rodrigo Do Monte Gester, Mateus Gomes Lima 1204

Uma Proposta De Atividades Sobre Física De Partículas, Modelo Padrão E Suas Aplicações Por Meio De Tics Susan Laufer, Edson Vaz Lopes, Alex Bellucco	1212
Tecnologias Digitais De Informação E Comunicação No Ensino De Ciências Da Eja: Uma Análise Conectivista Geneci Libarino Figueredo, Wagner Duarte José	1220
Inserção De Tópicos De Física Moderna E Contemporânea Na Educação Básica Com A Utilização De Simuladores Computacionais Guilherme Bratz Taube, Douglas Bassani, Rosemar Ayres Dos Santos	1228
Uma Proposta De Utilização Do Arduino E Do S4a No Ensino De Física Ana Flávia Amaral Silva, Clarice Parreira Senra	1236
Construção E Utilização De Um Roteiro Para Análise De Applet Com Fins Educacionais Vagner Lucio Paulino	1244
Proposta Metodológica De Uma Sequência Didática Utilizando Tic's Para O Ensino Médio M. R. Lobo, G. A. C. Lopes, R. Martinez	1252

Linha 06 - Didática, Currículo e Inovação Educacional no Ensino de Física

Apresentações Orais

Densidade Semântica Do Discurso De Matematização No Ensino De Física Otávio Boheco, Frederico F. De Souza Cruz, Sandro Da Silva L. Machado	1261
Reinterpretação Das Condições Prévias À Decisão De Inovar À Luz Da Teoria Antropológica Do Didático Felippe Percheron, Ives Araujo, Tobias Espinosa	1269
Adoção Do Método Peer Instruction Em Trabalhos Com Temas De Física Dos Mestrados Profissionais Em Ensino Ana Amélia Petter, Ives Solano Araujo, Tobias Espinosa	1277
A Construção De Orientações Curriculares Em Ciências: A Percepção De Professores Camila Manni Dias Do Amaral, Marta Feijó Barroso	1285

A Perspectiva De Uma Ciência Ideal Na Constituição Da Física Como Disciplina Escolar João Henrique Cândido De Moura, João Henrique Cândido De Moura, Maria Inês Petrucci Rosa	1293
A Transposição Didática Das Radiações α, β E γ E Da Radioatividade Em Coleções Didáticas De Física Do Programa Nacional Do Livro Didático (2018-2020) Alvaro Cesar Da Silva Junior, Eric Delarco Bertoni, Leandro Londero	1301
Abordagem Temática No Ensino De Física - Trabalhos Voltados A Temas Contemporâneos Gislina Maria Duarte Rosa, Karine Raquel Halmenschlager	1309
Perspectiva Curricular Dos Projetos Políticos Pedagógicos Dos Cursos De Licenciatura Em Física Das Instituições De Ensino Superior Do Centro-oeste Patrick Luiz Guevara Delgado, Hamilton Perez Soares Corrêa	1317
Concepções Pedagógicas Nos Livros Didáticos De Física: Uma Análise Do Livro Borjorno Thaís Ananda Dos Santos, Nilson Marcos Dias Garcia	1325
Experimentos Didáticos E Mudanças Curriculares: Estudo A Partir De Um Laboratório Didático De Física Em Desuso Natan Trovó Lino, Eugenio Maria De França Ramos, Bernadete Benetti	1333
Explorando A Matéria, Do Átomo A Célula: Uma Proposta Interdisciplinar Na Formação Docente Alexander Cunha, Lisiane Pinheiro, Marcelo Eichler	1341
A Segunda Lei Da Termodinâmica Nos Livros Do Ensino Superior Debora Coimbra, Olival Freire Jr	1350
Física Na Dialogia Pop: A Presença Da Ciência Na Mídia Sob A Perspectiva Dos Estudos Culturais Emerson Ferreira Gomes, João Eduardo Fernandes Ramos, Francisco De Assis Nascimento Júnior, Luís Paulo De Carvalho Piassi	1359
Uma Análise Da Pesquisa Em Ensino De Física Sobre/no Ensino Médio Integrado A Partir De Atas Dos Últimos Eventos De Pesquisadores Da Área Danilo Almeida Souza	1368

Linha 06 - Didática, Currículo e Inovação Educacional no Ensino de Física**Posters**

O Estudo De Modelos Atômicos E Sua Relação Com A Espectroscopia No Ensino Médio: Uma Análise Praxeológica Dos Livros De Física Do Pnld 2018	
Vinicius De Gouveia, Paulo José Sena Dos Santos	1376
Astronomia Nos Livros Didáticos De Física Do 1^o Ano Do Ensino Médio Uma Análise Do Pnld 2018	
Lucas Eduardo Xavier, Alisson Antonio Martins, Marcos Antonio Florczak	1384
Demandas Sociais No Clube De Ciências: Um Olhar Sobre As Relações Tema-conteúdo	
Kaique Anjos Santos, Erick Souza Santos, Nicholas Scofield, Bruno Freitas, Simoni Tormohlen Gehlen	1392
A Física Moderna E Contemporânea Nos Livros Didáticos: Um Olhar Inicial Para A Formação Acadêmica Dos Autores	
Leonardo Aleixo Rodrigues, Nilva Lúcia Lombardi Sales, Thaís Balada Castilho	1400
As Radiações Nos Livros Didáticos De Ciências Dos Anos Finais Do Ensino Fundamental (2020-2023)	
Taynara Nassar Da Silva, Cristina Leite	1409
Análise Dos Aspectos Históricos Em Duas Coleções De Livros Didáticos Aprovados Pelo PNL D 2018: Tema De Radioatividade	
Sarah Helem Tschá, Ana Maria Bojarski, Karoline Dos Santos Tarnowski, Ivani T. Lawall, Luiz Clement	1416
Abordagem E Contextualização CTS Para O Tema De Física Nuclear Em Duas Coleções De Livros Didáticos Aprovados Pelo Pnld 2018	
Na Maria Bojarski, Sarah Helem Tschá, Karoline Dos Santos Tarnowski, Ivani Teresinha Lawall, Luiz Clement	1424
Física Moderna E Contemporânea Nos Livros Didáticos: Uma Análise Das Atividades Experimentais	
Dvaldo Fagundes Dos Santos Filho, Maxwell Siqueira	1432
Os Postulados De Bohr: Do Saber Sábio Ao Saber-a-ensinar	
Alexandre Campos, Archidy Trigueiro Britto Lyra De Noronha Picado	1440

Linha 07 - Linguagem e Cognição no Ensino de Física**Apresentações Orais**

Elementos Para Análises De Textos Que Circulam Conhecimentos Científicos: Uma Perspectiva Teórica A Partir Da Relação Entre Epistemologia E Linguagem Joselaine Setlik, Henrique César Da Silva	1448
Os Textos E A Leitura Na Formação Inicial De Professores De Física: Análise Da Voz De Um Professor Universitário Joselaine Setlik, Henrique César Da Silva	1456
A Textualização Dramatúrgica Do Princípio Da Incerteza Na Peça Teatral Copenhagen Mayara De Almeida Barros,*henrique César Da Silva	1465
A Linguagem Da Física Textualizada Num Entrelaçamento Entre Linguagens Comum E Matemática: Uma Análise Kuhniana De Um Texto De Feynman Henrique César Da Silva	1473
A Linguagem Dos Quadrinhos E O Ensino De Física: Uma Produção De Estudantes Do Ensino Médio Vinicius Jacques, Vinicius De Gouveia, Henrique César Da Silva	1481
Elementos Da Matriz Disciplinar De Thomas Kuhn Em Uma Análise Da Linguagem Matemática Em Livros Didáticos De Física: A Primeira Lei Da Termodinâmica William Borella, Henrique César Da Silva	1489
Ressignificações Do Uso De Meios Mediacionais Nas Ações De Um Professor Em Sala De Aula Leandro Antônio De Oliveira, Eliane Ferreira De Sá	1497
Atores E Díades Numa Rede Social E Suas Influências Nas Representações Sociais Da Física Em Uma Turma De Ensino Médio Ernani Vassoler Rodrigues, Mauricio Pietrocola	1505
Práticas Epistêmicas No Ensino De Física Moderna E Contemporânea: Uma Proposta De Instrumento De Análise Jefferson Adriano Neves, Alice Helena Campos Pierson	1513

Linha 07 - Linguagem e Cognição no Ensino de Física**Posters**

- A Multissensorialidade Na Canção "Trem Das Cores", De Caetano Veloso: Uma Abordagem Poética Para O Ensino De Óptica Para Pessoas Com Deficiência Visual**
Kim Silva Ramos, Maria Da Conceição Almeida Barbosa-lima 1522
- Ensino De Física E Linguagens: Uma Revisão Sistemática De Literatura**
Roberta Lucena, Marcelo Perrotta, Giselle Faur De Castro Catarino 1530
- A Problematização Gerada A Partir De Uma Incoerência No Conhecimento: Discussões De Episódios Envolvendo O Ensino De Ciências/Física**
Afonso Werner Da Rosa, Alisson Giacomelli E Cleci T. Werner Da Rosa 1538

Linha 08 - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no Ensino de Física**Apresentações Orais**

- Propósitos Educacionais Cts Presentes Em Propostas Didáticas De Licenciandos Em Física**
Débora Larissa Brum, Ivanilda Higa 1546
- Inserção Da Educação Cts Na Formação Inicial De Professores De Física: Reflexões A Partir De Uma Experiência No Canadá**
Silmara Alessi Guebur Roehrig, Katarin Macleod 1554
- O Role-playing Game Como Instrumento De Discussões De Temas Cts**
Bruna Da Rosa De Brites, Josiane Marques Da Silva, Cristiane Muenchen 1562
- A Construção De Currículos De Orientação Cts: Um Recorte (2014-2018) Em Periódicos De Educação Em Ciências No Brasil**
Yaffa Bruxel Rabeno, Amanda Acunha Knevez, Caetano Castro Roso 1570
- Análise De Uma Proposta Didática Embasada Na Concepção Ciência, Tecnologia E Sociedade: Um Debate Simulado Sobre O Aquecimento Global Nas Aulas De Física**
Bruna Karl Rodrigues Da Silva, João Paulo Fernandes, Ricardo Monteiro Da Silva 1578
- Os Temas Socioambientais E Os Conceitos Científicos Escolares Que A Escola Deveria Tratar Segundo Graduandos E Professores Da Escola Básica**
Fernanda Da Rocha Carvalho, Giselle Watanabe 1586

Linha 08 - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no Ensino de Física**Posters****A Formação De Professores No Viés Cts: Mudanças Significativas Na Prática E Nas Concepções Pedagógicas.**

Jean Louis Landim Vilela, Anderson Claiton Ferraz, Mauro Sérgio Teixeira De Araújo

1594

Mapeamento De Teses E Dissertações De Educação Ambiental Relacionadas Ao Ensino De Física

Natália Carolina Ribeiro De Oliveira, Danielle Aparecida Dos Reis Leite

1602

Ensino De Física E Abordagem Temática: Relações Entre A Física E O Transporte De Alimentos

Gabriel Lisboa De Melo, Rafael Silva Oliveira Duarte, Luciano Fernandes Silva, Brenda Braga Pereira

1610

Linha 09 - Políticas Públicas em Educação e o Ensino de Física**Apresentações Orais****O Enem Como Instrumento De Avaliação Do Ensino De Física**

Jonas De Paula Oliveira, Shirley Takeco Gobara

1618

Linha 09 - Políticas Públicas em Educação e o Ensino de Física**Posters****Política Educacional E Sua Incidência Na Falta De Formação Sociopolítica Dos Futuros Professores De Física Na Colômbia**

Nelson E. Hoyos, Lisbeth Lorena Alvarado Guzmán, Roberto Nardi, Nelson E. Hoyos, Lisbeth L. Alvarado Guzmán, Roberto Nardi

1626

Linha 10 - Questões Teórico-Methodologias e Novas Demandas na Pesquisa em Ensino de Física**Apresentações Orais**

A Teoria Da Flexibilidade Cognitiva E Os Conceitos Unificadores: Encadeamentos E Implicações Graciely Rcoha Braga	1634
Dimensão Humana Compreensiva E Motivação De Alunos De Engenharia Para Aprender Física Alcides Goya	1642
Uma Revisão Bibliográfica Envolvendo O Ensino De Física No Contexto Da Educação 4.0 Isadora Luiz Lemes, Renato P. Dos Santos	1650
As Emoções No Ensino De Física: Possibilidades De Medidas Juliana Kaori Ido, Bruna Almeida Dos Santos, Janethe Patrícia Acuña, Nínive P. Caetano Da Silva, Ana Paula Moreira, Lucas Azevedo Mesquita Pereira, Glauco Dos Santos Ferreira Da Silva, Guilherme Brockington	1658
Um Significado Epistemológico Para As Pesquisas Interpretativas De Campo E Seu Papel Nas Investigações Em Ensino De Física Marinês Domingues Cordeiro, Rodrigo Guimarães Soares	1666
As Relações Entre Os Hábitos De Estudo E Os Hábitos De Jogo De Futuros Professores De Física E Matemática João Fernandes, André Machado Rodrigues	1674
"Sei Que A Terra É Esférica, Mas Não Sei Explicar Por Quê": Uma Investigação Das Concepções De Estudantes Sobre A Gravidade E Sua Relação Com O Formato Dos Planetas Gabriela Fasolo Pivaro, Gildo Giroto Junior	1682
Considerações Sobre O Perfil Dos Licenciandos Em Física Da Ufabc Matheus Ianello, Graciella Watanabe	1690
Análise Do Modo De Raciocínio Científico Na Argumentação Da Pesquisa Em Ensino De Física Thales Mendes, Moacir Souza Filho	1699

Linha 10 - Questões Teórico- Metodologias e Novas Demandas na Pesquisa em Ensino de Física**Posters**

Descendentes Acadêmicos Dos Bolsistas De Produtividade Do Cnpq Da Área Do Ensino De Física: Um Estudo Exploratório Thales Godoy Bertoletti, Matheus Monteiro Nascimento, Luciana Massi	1707
Bolsistas De Produtividade Do Cnpq Da Área Do Ensino De Física: Mapeamento Do Perfil Dessa Elite Acadêmica Idiai Da Silva Silveira, Matheus Monteiro, Luciana Massi	1716
Cinquenta Anos Da Área De Ensino De Física No Brasil: Um Estudo Sobre A Evolução/estagnação Das Suas Linhas De Pesquisa Matheus De Oliveira Demarchi, Matheus Monteiro Nascimento	1724
Cenário Das Pesquisas Sobre Astrobiologia Em Eventos Da Área De Ensino Ivone Delmiro Da Silva, Wellington Pereira De Queiros, Hamilton Perez Soares Correa	1731
Ensino De Física Em Uma Perspectiva Da Educação Em Direitos Humanos Paola Do Santos Balestieri, André Ary Leonel, Florencia Medina Rakos, Sandra Madalena Pereira Franke	1739
Um Panorama Das Publicações Sobre A Inserção De Física Moderna E Contemporânea No Ensino Médio A Partir De Revisões De Literatura Lucas Soares Prates, *luiz Felipe De Moura Da Rosa	1748
Validação De Roteiro Estruturado Para Sua Utilização Como Instrumento De Intervenção No Laboratório Didático De Física Agamenon Pereira Xavier, Amanda Amantes	1756
Ensino Da Cosmologia E Sua Inserção Na Pesquisa Em Educação Em Ciências Lucio Augusto Recalde Soares, Hamilton Perez Soares Corrêa	1764
A Análise Do Discurso E O Ensino De Física: Um Levantamento Bibliográfico De 2002 À 2019 Pedro Henrique Forgane Franco, Glauco S F Da Silva, João Paulo Fernandes	1772
Representações Sociais Sobre Buraco Negro De Estudantes Do Ensino Fundamental Patrynie Garcia Barbosa, Arthur Marques Aquino, Lisiane Barcellos Calheiro	1781

Linha 11 - Equidade, Inclusão, Diversidade e Estudos Culturais e o Ensino de Física**Apresentações Orais****A Utilização De Tecnologias Assistivas Na Realização De Tarefa Com Alunos Cegos**

Jaqueline Santos Vargas Praça, Shirley Takeco Gobara

1789

Retrato Sociológico De Uma Licencianda Em Física Egressa De Um Curso Pré-vestibular Popular

Isis Gabriela Magalhães Rosa, Luiz Felipe De Moura Da Rosa

1798

As Concepções Alternativas Nos Conceitos De Física Dos Intérpretes De Libras Das Escolas Da Gered De Chapecó-SC E Suas Percepções Quanto Aos Aspectos Que Influenciam Sua Prática Profissional

Ma. Camila Gasparin, Lísia Regina Ferreira

1806

Reflexões Sobre O Ensino De Física Investigativo Para Pessoas Com Deficiência Visual

Bernardo Copello Alves, Maria Da Conceição De Almeida Barbosa Lima, Deise Miranda Vianna

1814

Panorama Sobre A Pesquisa Em Ensino De Física Para Estudantes Com Necessidades Educacionais Especiais

Carla Renata Santos, Silmara Alessi Guebur Roehrig

1822

Meninas Como Mediadoras Da Cultura Científica: Expectativas E Aprendizagens Na Trajetória De Bolsistas Do Projeto Meninas Na Ciência

Sônia Elisa Marchi Gonzatti, Vitória Portantiolo Klein, Andreia Spessatto De Maman, Dayene Borges Guarienti, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt

1830

As Mulheres E O Prêmio Nobel: As Trajetórias Acadêmicas E As Contribuições De Maria Goeppert-mayer E Donna Strickland

Larissa Do Nascimento Pires, Israel Müller Dos Santos, Felipe Damasio

1838

Formação E Saberes Docentes Para A Inclusão Do Aluno Com Deficiência Visual Em Aulas De Física: Uma Análise Das Publicações Da Área

Angelita Vieira De Moraes, Eder Pires De Camargo

1846

O Ensino De Astronomia Para O Público Alvo Da Educação Especial: Uma Análise Das Publicações De Eventos Da Área De Ensino De Física E Astronomia

Angelita Vieira De Moraes, Eder Pires De Camargo, Rodolfo Langhi

1854

O Ensino De Física Para Alunos Com E Sem Deficiência Visual: A Utilização De Recursos Didáticos Envolvendo Vetores Jaíne Mação Lordêlo, Tamires Christine Dias Rosa, Angelita Vieira De Moraes	1862
Relações Entre Texto E Imagens Num Material Didático De Física Para Surdos Suzana Regina Braga Queiroz, Sheila Cristina Ribeiro Rego	1870
Representatividade Das Mulheres Na Ciência: Visibilidade Através Do Livro Didático De Física Madge Bianchi Dos Santos	1878
Onde Está A África No Ensino De Física? Ninive Silva, Janethe Patrícia Acuña Escalera, Juliana Kaori Ido, Guilherme Brockington, Bruna Almeida Dos Santos, Ana Paula Moreira	1886
Identificação Dos Processos De Gênero Presentes Na Física Através Da Análise Dos Vídeos Da Série Lugar De Mulher Laís Gedoz, Alessandro Pereira De Pereira, Daniela Borges Pavani, Renato Felix Rodrigues	1894
Estratégias No Ensino De Física Para Surdos: Uma Revisão Bibliográfica Nos Anais Do Sned Ellen Cristine Prestes Vivian, André Ary Leonel	1902
Ensino De Ciências E Decolonialismo: História Em Quadrinhos E Representatividade Étnico-racial Tupiracy Celso Gomes Damasceno, Marcus Vinicius Pereira	1912
História De Vida E Constituição Dos Sujeitos: Os Alunos Em Situação De Deficiência E A Área De Ciências Naturais, Exatas E Tecnológicas Danielle Santos, Carolina Souza, Márlon Pessanha	1920
Ensino De Física E Inclusão Do Aluno Com Deficiência Visual- Uma Dupla Indissociável Thais Cristina Dos Santos, Camila Tonezer	1928

Linha 11 - Equidade, Inclusão, Diversidade e Estudos Culturais e o Ensino de Física**Posters**

Deficiência Visual E Ensino De Física E: Estudo De Trabalhos Apresentados Em Eventos Científicos Nacionais Entre 2013 E 2017 Estéfano Vizconde Veraszto, Maxiwillian Sant'ana Polverini, José Tarcísio Franco De Camargo , Eder Pires De Camargo	1936
Ensino De Física E Gênero: Uma Análise Dos Livros Didáticos De Física Do Pnid 2018 Jaqueline May Borsatto, Alisson Antonio Martins	1945
Como Podemos Mover? O Ensino De Ciências Com Um Aluno Com Autismo Eder Pires De Camargo, Tiago Fernando Alves De Moura	1953

Linha 1

Ensino, aprendizagem e avaliação em Física

Apresentações Orais

Pesquisa relacionada ao ensino e aprendizagem de conceitos da Física em diferentes níveis e modalidades ensino; ambientes de aprendizagem; metodologias ativas de aprendizagem; experimentação e ensino por investigação; aprendizagem colaborativa; abordagens e práticas de avaliação; indicadores de desempenho no ensino de Física e avaliação; estudos comparativos (nacionais e internacionais) relacionados.

PARA ALÉM DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO ESCOLAR EM AULAS DE FÍSICA: RETOMADAS PELA MEMÓRIA E SEUS ELEMENTOS MEDIADORES

BEYOND SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN PHYSICS CLASSES: RECALLINGS BY MEMORY AND ITS MEDIATING ELEMENTS

Marta Maximo Pereira¹, Maria Lucia Vital dos Santos Abib²

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) campus Nova Iguaçu/Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências (LaPEC), martamaximo@yahoo.com

²Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, mlabib@usp.br

Resumo

Considerando a complexidade do fenômeno educativo e a pertinência dos aspectos afetivos nos processos de ensino e aprendizagem de Física, o objetivo da pesquisa aqui relatada é investigar o que os alunos retomam das aulas de Física que lhes foram ministradas e não tem relação direta com o conhecimento científico escolar. Foi realizada uma investigação de caráter qualitativo, com base nos registros coletados em uma turma de 23 alunos de Ensino Médio, de uma instituição federal de ensino. Duas categorias teóricas, elaboradas com base na perspectiva histórico-cultural vigotskiana, foram utilizadas para a análise dos dados construídos: *memória afetivo-vivencial* e *elemento mediador*. Os resultados da pesquisa indicam que *conhecimento espontâneo, sentimentos e sensações e atividades realizadas em aula*, com destaque para esta última, mais frequente nos dados, foram retomados pela *memória afetivo-vivencial*. *Relações afetivas positivas e negativas* foram utilizadas como *elemento mediador* para as retomadas realizadas. Ainda que a *memória afetivo-vivencial* não revele diretamente indícios de aprendizagem nas suas mais variadas formas, ela pode fornecer elementos importantes para evidenciar as percepções dos estudantes sobre o processo de ensino e aprendizagem e suas relações com o conhecimento científico escolar.

Palavras-chave: memória afetivo-vivencial, elemento mediador, relação afetiva.

Abstract

Considering the complexity of the educational phenomenon and the pertinence of affective aspects in the processes of teaching and learning Physics, the main goal of this research is to investigate what students recall from Physics classes and has no direct relationship to scientific knowledge. A qualitative investigation was carried out based on the records collected in a class of 23 High School students from a federal institution. Two theoretical categories, elaborated based on the Vigotskian historical-cultural perspective, were used for the analysis of the constructed data: *affective-experiential memory* and *mediating element*. The results indicate that *spontaneous knowledge, feelings and sensations and activities performed in class*, with emphasis on the latter, more frequent in the data, were recalled by *affective-experiential memory*. *Positive and negative affective relationships* were used as

mediating elements for the recalling. Although the *affective-experiential memory* does not directly reveal evidence of learning in its most varied forms, it can provide important elements to identify students' perceptions of the teaching and learning process and their relationships to scientific knowledge.

Keywords: affective-experiential memory, mediating element, affective relationship.

Introdução

Saber o que os alunos aprendem em aulas de Física, como o fazem e que fatores colaboram para isso constitui o objetivo geral de muitas pesquisas desenvolvidas na linha de ensino e aprendizagem dessa disciplina. Tendo por base pressupostos variados e diferentes referenciais teórico-metodológicos, essas investigações colocam, em geral, grande centralidade nos aspectos cognitivos envolvidos em tais processos.

Neste trabalho, considerando a complexidade do fenômeno educativo, defendemos a pertinência dos aspectos afetivos nos processos de ensino e aprendizagem, como já apontado por alguns autores (ARANTES, 2003; CACHEFFO; GARMS, 2011). Para tanto, assumimos como embasamento teórico a perspectiva histórico-cultural vigotskiana, a qual adota uma abordagem unificadora entre as dimensões cognitiva e afetiva do funcionamento psicológico humano.

Como se sabe, a separação entre a parte intelectual da nossa consciência e sua parte afetiva e volitiva é um dos defeitos radicais de toda a psicologia tradicional. [...] **Quem separou desde o início o pensamento do afeto fechou definitivamente para si mesmo o caminho para a explicação das causas do próprio pensamento**, porque a análise determinista do pensamento pressupõe necessariamente a revelação dos motivos, necessidades, interesses, motivações e tendências motrizes do pensamento, que lhe orientam o movimento nesse ou naquele aspecto (VIGOSTKI, 2009, p. 16, grifo nosso).

Ao estabelecer uma relação dialética entre cognição e afetividade, o sujeito, para Vigotski, “é produto do desenvolvimento de processos físicos e mentais, cognitivos e afetivos, internos (história anterior do indivíduo) e externos (situações sociais)” (SILVA, 2008, p. 136). Assim, os sujeitos-estudantes, para os quais ministramos aulas e sobre os quais realizamos nossas pesquisas, devem ser compreendidos e investigados considerando-se as dimensões que os constituem.

Assumindo que a aprendizagem é um processo que ocorre ao longo do tempo, por intermédio do convívio social, e que é influenciado por múltiplos fatores, o objetivo da pesquisa aqui relatada é investigar o que os alunos retomam das aulas de Física que lhes foram ministradas e não tem relação direta com o conhecimento científico escolar. Construtos teóricos elaborados com base na perspectiva histórico-cultural vigotskiana foram utilizados para a análise dos dados construídos. Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla, de Doutorado em Ensino de Ciências.

Fundamentação Teórica

Interessa-nos, neste trabalho, conhecer como os estudantes retomam situações que vivenciaram na sala de aula de Física e o que os levou a realizar tais

retomadas. Assim, a fim de contemplar os aspectos cognitivos e afetivos envolvidos nesse processo, foram utilizados, de forma articulada, os conceitos vigotskianos de memória lógica e elemento mediador.

Para Vigotski (2007), a memória lógica é uma função psicológica superior, logo, tem origem sociocultural e é mediada por signos. Isso significa que, quando alguém se lembra de alguma ideia ou situação, ela nunca é exatamente idêntica ao que se quis recordar, pois o processo de lembrar não é direto, mas sim mediado.

Visando associar a memória lógica aos já indissociáveis aspectos afetivo e cognitivo humanos, Maximo-Pereira e Abib (2016) propuseram duas categorias: *memória científico-afetiva* e *memória afetivo-vivencial*.

A *memória científico-afetiva* se refere àquilo “que o sujeito retoma dos momentos do ensino de Física e que guarda estreita relação com o conhecimento científico escolar e/ou é influenciado por ele” (MAXIMO-PEREIRA; ABIB, 2016, p. 862). A dimensão da afetividade na *memória científico-afetiva* reflete a relação dialética vigotskiana entre as dimensões cognitiva e afetiva do psiquismo humano.

Já a *memória afetivo-vivencial* diz respeito àquilo que é retomado dos momentos do ensino de Física que não guarda relação explícita com o conhecimento científico escolar. Ela evidencia o modo como o sujeito foi afetado por um conhecimento, por uma interação com o outro ou por uma dada situação relativa a seu processo de aprendizagem.

A fim de exemplificar essa categoria, suponhamos que um aluno comenta que sabe uma determinada lei física, não explica o conteúdo da lei, mas diz que se lembra do dia em que esse assunto foi trabalhado em sala de aula e como o mesmo foi explicado pelo professor. Essa retomada feita pelo estudante seria categorizada como sendo relativa à *memória afetivo-vivencial*, pois nela não se identifica relação explícita com o conhecimento científico escolar relativo à mencionada lei física.

Também o termo vivencial, utilizado na categoria *memória afetivo-vivencial*, é coerente com a perspectiva histórico-cultural, pois o aspecto cognitivo dessa memória se faz presente à medida que o sujeito que sente e é afetado pelas relações sociais só o faz porque conhece, aprende e desenvolve a cada dia formas de estar no mundo e de se relacionar com os demais e com as situações sociais que lhe permitem ser afetado por elas. Vale destacar que essas vivências que o sujeito retoma, por intermédio dessa memória, se referem às suas experiências escolares em aulas, trabalhos em grupo, experimentos e demais atividades, assim como às suas percepções sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Essas categorias de memória foram propostas a fim de permitir a identificação de aspectos cognitivos e afetivos naquilo que os estudantes retomam das situações vivenciadas em sala de aula. A distinção entre as duas pode ajudar a indicar qual delas é mais explicitada pelos estudantes e como elas se influenciam mutuamente. Elas são construtos teóricos que entendemos que auxiliam nossa análise de dados; todavia, a memória em si, de fato, não é separada em blocos ou regiões dentro dos alunos, ou seja, os conhecimentos ou vivências dos estudantes não ocupam lugares próprios em uma ou outra memória, pois ambas estão fortemente associadas e se entrelaçam nos sujeitos.

Sobre os elementos mediadores, de acordo com Pino (1997, p. 6), o conhecer humano “envolve três elementos, não apenas dois: o sujeito que conhece, a coisa a conhecer e o elemento mediador que torna possível o conhecimento”.

Assim, o elemento mediador é o elemento intermediário que se coloca entre sujeito e objeto, possibilitando a realização da mediação (PINO, 1997; GEHLEN; DELIZOICOV, 2012). No contexto desta investigação, é ele que permite que o sujeito realize retomadas pela memória lógica.

Sobre os elementos mediadores, a literatura já apresenta os que foram identificados como sendo utilizados para retomadas pela *memória científico-afetiva* (MAXIMO-PEREIRA; ABIB, 2017), como, por exemplo: interação professor-aluno, interação aluno-aluno, atividades realizadas em aula, modelos matemáticos, etc.

Devido ao objetivo da pesquisa aqui descrita, utilizamos o conceito de *memória afetivo-vivencial* para estudar as retomadas de situações e vivências de sala de aula pelos estudantes e o conceito de elemento mediador para investigar como ocorreram tais retomadas.

Metodologia

Foi realizada uma investigação de caráter qualitativo (MOREIRA; CALEFFE, 2006). Ela foi feita com base na observação participante realizada em uma turma de 23 alunos de Ensino Médio, de uma instituição federal de ensino, em aulas de Física, por seis meses em 2012, ao longo dos quais foram utilizadas com os estudantes algumas atividades investigativas sobre calor e temperatura, além das práticas usuais do docente para abordar Física Térmica. Cerca de um ano depois, nova observação participante foi feita pela mesma pesquisadora, durante duas semanas, na mesma turma. Nesse segundo momento, o mesmo docente aplicou atividades diferentes das iniciais, mas que solicitavam a retomada do que tinha sido ensinado previamente. Coletas de registros foram feitas nesses dois momentos.

A prática pedagógica do professor da turma investigada era caracterizada por alguns aspectos, tais como: valorização das perguntas dos estudantes; abertura ao diálogo; fomento à participação dos alunos durante as explicações; estabelecimento de relações entre a Física e o cotidiano; preocupação com a formação de conceitos científicos e com a compreensão dos fenômenos físicos, muito mais do que com a matematização desvinculada de situações concretas.

No Quadro 1 são apresentadas as atividades durante as quais ocorreram as coletas de registros utilizados para a análise de dados deste trabalho.

Data	Nome da atividade	Descrição da atividade	Registros coletados
10/09/2012	Atividade K: Atividade diagnóstica de Física	Na primeira aula após o fim da greve que ocorreu na escola, o professor solicitou que os alunos respondessem a um questionário sobre o que consideravam saber (ou não) das aulas de Física até aquele momento.	Respostas individuais escritas a questionário com perguntas abertas
03/06/2013	Atividade 1: Sensibilização dos alunos	O professor escreveu no quadro a palavra <i>calor</i> e pediu que os alunos	Texto escrito por cada grupo como síntese do que se

	para as situações de aprendizagem da disciplina Física II e para os assuntos nela trabalhados	dissessem o que recordavam por conta dessa palavra. O professor ia escrevendo no quadro o que os alunos falavam. Repetiu esse procedimento para a palavra <i>temperatura</i> . O professor pediu que os alunos discutissem em pequeno grupo e elaborassem sínteses dessas discussões sobre o que lembravam.	lembravam das aulas de Física II
03/06/2013	Atividade 3: Contraste entre os conceitos espontâneos e científicos de <i>calor e temperatura</i>	O professor propôs aos grupos de alunos a resolução da questão 50 da prova azul do primeiro dia de prova do ENEM de 2010. Informou que os grupos deveriam indicar também porque as outras opções de resposta disponíveis são incorretas. Após a resolução, cada grupo iria apresentar a sua solução para toda a turma, em forma de discussão coletiva.	Falas dos estudantes em pequeno e em grande grupo

Quadro 1. Atividades nas quais foram coletados os registros da pesquisa.

Essas atividades foram escolhidas, dentre as demais realizadas, porque, em uma análise preliminar, foram identificadas nelas menções, por parte dos alunos, a aspectos não relacionados especificamente ao conhecimento científico escolar, como retomadas de situações de sala de aula, vivências e percepções. A partir desse mapeamento inicial, os dados foram categorizados com base nas categorias *memória afetivo-vivencial* e elemento mediador.

Análise de Dados

A análise dos dados construídos na pesquisa resultou em três aspectos que foram retomados pelos estudantes pela *memória afetivo-vivencial: conhecimento espontâneo, sentimentos e sensações e atividades realizadas em aula*.

O *conhecimento espontâneo* foi entendido como pertencendo à *memória afetivo-vivencial* sempre que o estudante não demonstrou consciência sobre ele, utilizando-o, de forma inadequada, para a descrição ou explicação de um fenômeno físico. Essa consideração foi feita com base na hipótese de que tal conhecimento integra as vivências dos estudantes, sendo, muitas vezes, anterior à aprendizagem formal de Física na escola. No entanto, sabemos que, mesmo após a aprendizagem escolar, um conhecimento espontâneo pode manter-se nos estudantes, pois, em muitas outras situações sociais, ele pode ser pertinente e/ou seguir sendo utilizado. Isso pode evidenciar a aproximação ou zona de superposição existente entre as

memórias científico-afetivo e afetivo-vivencial, já que, segundo a perspectiva histórico-cultural, os aspectos cognitivos e afetivos humanos são indissociáveis.

Um exemplo de conhecimento espontâneo retomado foi identificado no conceito de calor expresso pela Aluna 16 na *Atividade K*, aplicada em 2012 cerca de três meses após a última aula ministrada pelo professor¹. Ao ser perguntada sobre o que havia aprendido das aulas de Física até aquele momento, a Aluna 16 escreveu alguns conhecimentos adequados, mas se equivocou no conceito de calor (em negrito):

*Dilatação linear é quando aumenta somente o comprimento superficial é quando aumenta o comprimento e a altura Volumétrica é quando aumenta o comprimento, a altura e a largura. **Calor é o nível de agitação da moléculas** a propagação de calor é da do ponto onde as moléculas estão mais agitadas para o ponto onde elas estão menos agitadas as escalas são: Celsius, Kelvin, Fahrenheit*

A Aluna 16 confundiu os conceitos de calor e temperatura, o que evidencia a retomada de *conhecimentos espontâneos*² pela *memória afetivo-vivencial*. Ela pode ter sido influenciada, nessa conceituação de calor, pelo fenômeno da propagação de calor por condução, citado por ela em sua resposta e que apareceu no experimento realizado em aula, no qual a ideia de agitação molecular estava presente.

Os *sentimentos e sensações* foram pouco mencionados explicitamente pelos estudantes, talvez porque as atividades de coleta de dados não tinham a finalidade de questioná-los sobre esses aspectos. Contudo, são essenciais para reafirmar o papel da afetividade na aprendizagem. Um exemplo de retomada de *sentimentos e sensações* pela *memória afetivo-vivencial* ocorreu na *Atividade 1*, aplicada em 2013, na qual os estudantes, em pequenos grupos, deveriam escrever uma síntese do que se lembravam das aulas de Física de 2012. Os alunos do Grupo 3 expressaram elementos afetivos ao escreverem *Desespero; Medo; Passei!!! Uhullll!*, o que remete a sentimentos e sensações vivenciados nas aulas de Física de 2012.

A maior parte das retomadas realizadas foi relativa a *atividades realizadas em aula*. Elas foram identificadas como conteúdo presente na *memória afetivo-vivencial* sempre que eram mencionadas por si só, sem uma associação direta com os conhecimentos relativos a elas, ou seja, quando a ênfase dada pelo aluno era na atividade em si (o que remete ao aspecto vivencial), e não na forma como a atividade colaborou para que ele aprendesse. Também na *Atividade 1* tem-se um exemplo de retomada de uma atividade realizada em aula. Para aquilo de que se lembrava das aulas de 2012, o Grupo 3 escreveu: *Lembro do meu seminário que me passou de período sobre Matrizes Energéticas – Biomassa*.

Sobre os elementos mediadores para as retomadas pela *memória afetivo-vivencial*, dois foram inferidos por intermédio dos dados: *relações afetivas positivas e relações afetivas negativas*. As relações afetivas estabelecidas são ditas positivas sempre que auxiliam a aprendizagem, enquanto relações afetivas negativas ocorrem sempre que a relação estabelecida é tal que não colabora para a aprendizagem do aluno.

¹ Na instituição investigada, houve uma greve de cerca de três meses durante o 1º semestre letivo de 2012. A Atividade K foi a primeira atividade feita pelos alunos no retorno às aulas.

² Segundo Vigotski (2009), os conceitos espontâneos são formados por intermédio da interação do sujeito com o mundo físico do dia a dia.

Por exemplo, pelo próprio dado *Lembro do meu seminário que me passou de período sobre Matrizes Energéticas – Biomassa*, infere-se que o grupo expressou uma relação afetiva positiva com o seminário apresentado, já que ele foi visto como algo que ajudou na aprovação dos alunos (pelo menos, na aprovação de quem escreveu o texto, pois o fez na 1ª pessoa do singular). Assim, essa *relação afetiva positiva* estabelecida, em especial, pelo *resultado positivo na realização da tarefa*, foi o elemento mediador da retomada da atividade pela *memória afetivo-vivencial*. Já os dados *Desespero; Medo; Passei!!! Uhu!!!*, do Grupo 3, remetem tanto a *relações afetivas negativas* como a *relações afetivas positivas* estabelecidas com as *pressões do contexto escolar*. Tais relações afetivas foram, portanto, elementos mediadores para a retomada de *sentimentos e sensações* pela *memória afetivo-vivencial*.

No contexto investigado, as *relações afetivas positivas* foram identificadas muito mais frequentemente do que as *negativas*. O *resultado positivo na realização da tarefa*, a *interação professor-aluno* e a *interação aluno-aluno*, com destaque para as duas últimas, permearam as *relações afetivas positivas* em toda a análise realizada. Um exemplo de dado categorizado como *resultado positivo na realização da tarefa* foi a justificativa da Aluna 1, na *Atividade 3*, para o fato de ter se lembrado de uma atividade realizada no ano anterior: *Ah, eu lembro muito de uma atividade que só eu consegui chegar à resposta*. Entendemos que o fato de ela ter conseguido chegar à resposta da atividade é um *resultado positivo na realização da tarefa* que expressa uma *relação afetiva positiva* da aluna com a atividade. Tal relação foi o elemento mediador responsável pela retomada da atividade pela *memória afetivo-vivencial* por parte da Aluna 1.

Já *relações afetivas negativas* foram observadas em pouquíssimas situações, como no caso do Grupo 3, na *Atividade 1 (pressões do contexto escolar)*, e no início da discussão do Grupo 3, na *Atividade 3 (interação aluno-aluno)*.

Considerações Finais

Nesta pesquisa, investigamos aspectos que não se relacionavam diretamente ao conhecimento científico escolar trabalhado com alunos de Ensino Médio em aulas de Física, mas que foram retomados por eles em atividades de sala de aula. Identificamos o que os estudantes retomaram pela *memória afetivo-vivencial* e que elementos mediadores usaram para tais retomadas.

Os resultados da pesquisa permitem inferir que o conteúdo da *memória afetivo-vivencial (conhecimento espontâneo, sentimentos e sensações e atividades realizadas em aula)* pode fornecer elementos importantes para evidenciar as percepções dos estudantes sobre o processo de ensino e aprendizagem e suas relações com o conhecimento científico escolar. Ainda que essa memória não revele diretamente indícios de aprendizagem nas suas mais variadas formas, como o faz a *memória científico-afetiva*, defendemos que a dimensão da *memória afetivo-vivencial* também deve ser considerada nos processos de ensino e aprendizagem de Física ao longo do tempo.

Fazemos essa consideração evocando a indissociabilidade entre os aspectos cognitivos e afetivos dos seres humanos, os quais, corroborando com as ideias vigotskianas, se influenciam mutuamente na constituição dos sujeitos e em seu estar no mundo, em especial, no contexto da aprendizagem escolar. Ademais, os elementos mediadores das retomadas pela *memória afetivo-vivencial (relações afetivas positivas e negativas)* auxiliam na compreensão dos modos por intermédio

dos quais o sujeito é afetado pelas relações que estabelece com o professor, com os colegas, com as atividades de sala de aula e com o conhecimento científico escolar. Tais relações influenciam fortemente a aprendizagem ao longo do tempo, por isso, conhecê-las e saber como as mesmas afetam os estudantes pode auxiliar o professor a conceber seu ensino e suas práticas de modo a colaborar de forma mais efetiva para a aprendizagem dos alunos.

Referências

ARANTES, V. A. **A afetividade na escola** - Alternativas Teóricas e Práticas. São Paulo: Summus Editorial, 2003, p. 7-12.

CACHEFFO, V. A. F. F.; GARMS, G. M. Z. A afetividade nas produções do GT 20 (Psicologia da Educação) da ANPED. In: **X CONGRESSO NACIONAL DA PSICOLOGIA ESCOLAR E EDUCACIONAL**, 2011. Maringá. Anais do X Congresso Nacional da Psicologia Escolar e Educacional. Maringá: 2011.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vigotski: implicações no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.17, n.1, p. 59-79, 2012.

MAXIMO-PEREIRA, Marta; ABIB, M. L. V. S. . Elementos mediadores para a retomada de conhecimento científico escolar. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)**, 2017, Florianópolis. Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC). Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2017. p. 1-10.

MAXIMO-PEREIRA, M.; ABIB, M. L. V. S. Memória, cognição e afetividade: um estudo acerca de processos de retomada em aulas de Física do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 22, p. 855-873, 2016.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008. 245 p.

PINO, A. O biológico e o cultural nos processos cognitivos, em linguagem, cultura e cognição: reflexão para o ensino de ciências. In: **Encontro sobre teoria e pesquisa em ensino de ciências**, 1997, Campinas. Anais do Encontro sobre teoria e pesquisa em ensino de ciências. Campinas: UNICAMP, 1997. p. 5-24.

SILVA, E. R. As relações entre cognição e afetividade em LA: a influência de Vygotsky nessa abordagem temática. **SOLETRAS**, São Gonçalo: UERJ, Ano VIII, n. 15, jan./jun. 2008.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2007.

ANÁLISE DOS DISTRADORES REFERENTE ÀS QUESTÕES DE FÍSICA DO ENEM 2018

ANALYSIS OF DISTRICTORS REGARDING ENEM 2018 PHYSICS ITEMS

Daniel Gouveia Duarte¹, Maria Inês Martins²

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, daniel.duarte@sga.pucminas.br

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais /Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, ines@pucminas.br

Resumo

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tornou-se um objeto de estudo recorrente entre os pesquisadores, sobretudo após sua consolidação em 2009 como instrumento de seleção para ingresso nas universidades federais e obtenção de bolsas em universidades privadas. Cada questão do ENEM pressupõe um texto base, um comando e 5 alternativas, compostas pelo gabarito e 4 respostas erradas, denominadas distratores. Neste trabalho, analisamos a frequência de respostas obtidas nas questões de Física que compõem o ENEM de 2018, detalhando 6 questões, dentre as 14 disponíveis, em que são focalizados os distratores mais relevantes. Foram consideradas as respostas dos 3211 alunos que realizaram a prova azul em Belo Horizonte. O desempenho dos estudantes nas questões selecionadas é relacionado com os prováveis desentendimentos em conceitos de física adquiridos ao longo do ensino médio. Constata-se no público observado uma dificuldade recorrente em assuntos como construção e interpretação de gráficos, conceitos básicos de mecânica e fenômenos ondulatórios. Espera-se fornecer indicadores qualitativos e quantitativos capazes de enriquecer discussões futuras.

Palavras-chave: Distratores, Ensino de Física, ENEM

Abstract

The National High School Examination (ENEM) has become a recurring object of study among researchers after its consolidation as a screening tool for entrance into federal universities and for scholarships at private universities. Each ENEM question assumes a base text, a command and 5 alternatives, composed by the correct answer and 4 wrong answers, that are called distractors. In this paper, we analyze the answers' frequency obtained in the Physics questions from the ENEM 2018. We detail 6 questions out of the 14 available, and we focus on the most relevant distractors. We considered the answers of 3211 students that apply for the blue test in Belo Horizonte. The student performance on selected questions was related to the likely misunderstandings in physics' concepts acquired during high school. In the target audience, we detected a recurring difficulty in issues such as interpretation of graphs, basic concepts of mechanics, and wave phenomena. We hope to provide qualitative and quantitative indicators capable of enriching future discussions.

Keywords: Distractors, Teaching Physics, ENEM

Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), foi criado em 1998, com o objetivo principal de mensurar o conhecimento e as competências e habilidades dos estudantes brasileiros, adquiridas até o final do Ensino Médio. O Exame voluntário ganhou relevância especial, a partir de seu uso em 2005 para o ingresso ao Programa Universidade para Todos (PROUNI) e, se consagrou, a partir de sua reestruturação em 2009, para ser usado no Sistema de Seleção Unificado (SISU) para Universidades públicas. O ENEM possibilitou, um sistema nacional de classificação para ingresso nas universidades públicas e adesão de bolsas e financiamento dos estudos nas universidades particulares.

O ENEM, tal como outros exames de larga escala, não está imune de críticas, sobretudo com relação aos seus mecanismos de construção de questões. No tocante à Física, uma crítica relaciona-se à contextualização a qualquer custo, forçando situações e conceitos físicos em seu enunciado ou em suas alternativas. Da literatura disponível podemos citar Silveira; Stilck; Barbosa (2014) e seu manifesto sobre a qualidade das questões de Física que compõe o exame.

Todavia, não podemos negar que o ENEM ao longo dos anos tornou-se um valioso objeto de estudo. Marcom & Kleinke (2016), por exemplo, relacionam questões técnicas com questões de cunho sociológico, ao estudar o desempenho de determinado grupo com suas características socioeconômicas. Concordamos com os autores ao afirmarem que, não obstante os problemas existentes, o ENEM influencia nossa sociedade proporcionando estudos para além do processo seletivo.

O Exame é construído seguindo orientações do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O item, ou simplesmente a questão, deve conter um texto base, para que o aluno tenha um estímulo para resolver a situação problema, um enunciado preciso, ligado à habilidade que se pretende avaliar e cinco opções constituindo alternativas de resposta. Entre as alternativas, a opção correta denomina-se gabarito enquanto as demais são chamadas de distratores, as quais devem ser plausíveis em relação ao enunciado, apresentando um sentido lógico e sendo construídos considerando os erros mais comuns cometidos pelos alunos. Defende-se como relevante o estudo das alternativas, sobretudo dos distratores que conseguem atrair número significativo de respondentes.

Vários autores têm se dedicado ao estudo de Exames de Larga Escala de uma maneira geral, entretanto poucos têm se debruçado sobre o estudo de distratores. Martins & Costa (2016) estudam os distratores do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) para o curso de Licenciatura em Física e verificam fragilidades de conteúdos (conceituais e procedimentais) na Unidade de Observação escolhida. Os autores defendem o uso dos distratores como elementos adicionais de reflexão dos projetos pedagógicos de cursos de graduação. Marcom & Kleinke (2015, 2016) e Marcom (2015, 2019) por sua vez, relacionam, entre outros aspectos, indicadores socioeconômicos com a escolha de determinados distratores em questões do ENEM e encorajam o seu uso pelos docentes.

Neste trabalho, apresenta-se uma análise referente aos distratores mais relevantes em questões de Física da prova azul do Enem de 2018. Foi considerando como escopo da pesquisa os candidatos que realizaram a prova em Belo Horizonte, sem distinção entre rede privada ou pública de ensino. Os dados coletados foram

extraídos dos microdados disponibilizados no site do INEP (www.inep.gov.br) e objetivaram evidenciar os erros mais frequentes dos candidatos, visando revelar assim os problemas mais agudos de aprendizagem.

Desenvolvimento

Foram consideradas como objeto de estudo as 14 (catorze) questões de Física da prova de Ciências da Natureza referente ao Enem de 2018. Para a separação das questões de Física foram considerados os objetos de conhecimento de Física e a técnica de categorização denominada classificação por pares. Assim como em Marcom e Kleinke (2015), as questões foram categorizadas individualmente e, os resultados foram comparados posteriormente, não ocorrendo divergência em nenhuma questão categorizada.

Os dados estatísticos extraídos dos microdados do INEP (www.inep.gov.br) em arquivo texto (txt), foram convertidos em uma tabela de excel, com a finalidade de facilitar a contagem referente as respostas apresentadas em cada questão. Foram, portanto, priorizados 3.211 candidatos não treinantes que realizaram a prova azul de 2018 em Belo Horizonte, sem tipo algum de necessidades especiais, sem distinção entre escola pública ou privada. Em cada questão contabilizaram os totais e percentuais de respostas por alternativa. Este processo possibilitou a identificação dos distratores que funcionaram como atratores. A seguir, são as discutidas 6 questões, ressaltando que o número total de cada resposta é sempre inferior a 3211, pois são descontadas respostas em branco ou anuladas.

QUESTÃO 97					
<p>A tecnologia de comunicação da etiqueta RFID (chamada de etiqueta inteligente) é usada há anos para rastrear gado, vagões de trem, bagagem aérea e carros nos pedágios. Um modelo mais barato dessas etiquetas pode funcionar sem baterias e é constituído por três componentes: um microprocessador de silício; uma bobina de metal, feita de cobre ou de alumínio, que é enrolada em um padrão circular; e um encapsulador, que é um material de vidro ou polímero envolvendo o microprocessador e a bobina. Na presença de um campo de radiofrequência gerado pelo leitor, a etiqueta transmite sinais. A distância de leitura é determinada pelo tamanho da bobina e pela potência da onda de rádio emitida pelo leitor.</p> <p>Disponível em: http://eletronicos.hsw.uol.com.br. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).</p>					
A etiqueta funciona sem pilhas porque o campo					
<p><input type="radio"/> A elétrico da onda de rádio agita elétrons da bobina.</p> <p><input type="radio"/> B elétrico da onda de rádio cria uma tensão na bobina.</p> <p><input type="radio"/> C magnético da onda de rádio induz corrente na bobina.</p> <p><input type="radio"/> D magnético da onda de rádio aquece os fios da bobina.</p> <p><input type="radio"/> E magnético da onda de rádio diminui a ressonância no interior da bobina.</p>					
A	B	C	D	E	TOTAL
578	279	1857	245	249	3208
18,02%	8,70%	57,89%	7,64%	7,75%	100%

Figura 1: Etiqueta inteligente RFID. Fonte: inep.gov.br

A questão 97 sobre magnetismo, é totalmente conceitual e faz referência a etiqueta RFID, conhecida como etiqueta inteligente. Para resolvê-la, é necessário que o estudante saiba o conceito de corrente induzida por um campo magnético, não sendo necessário o conhecimento de fórmula específica alguma. Ainda que o item apresente elevado índice de acertos (57,89%), entende-se que os distratores não estão bem construídos, pois o candidato tende a marcar a opção correta, sabendo apenas que a etiqueta necessita de corrente elétrica para funcionar. O distrator mais efetivo, a letra A, com 18,02% de atração, relaciona equivocadamente o conceito de corrente elétrica com elétrons agitados por um campo elétrico, em detrimento de uma quantidade total de cargas em movimento por unidade de tempo.

QUESTÃO 103					
<p>O sonorizador é um dispositivo físico implantado sobre a superfície de uma rodovia de modo que provoque uma trepidação e ruído quando da passagem de um veículo sobre ele, alertando para uma situação atípica à frente, como obras, pedágios ou travessia de pedestres. Ao passar sobre os sonorizadores, a suspensão do veículo sofre vibrações que produzem ondas sonoras, resultando em um barulho peculiar. Considere um veículo que passe com velocidade constante igual a $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sobre um sonorizador cujas faixas são separadas por uma distância de 8 cm.</p> <p>Disponível em: www.denatran.gov.br. Acesso em: 2 set. 2015 (adaptado).</p>					<p>A frequência da vibração do automóvel percebida pelo condutor durante a passagem nesse sonorizador é mais próxima de</p> <p><input type="radio"/> A 8,6 hertz.</p> <p><input type="radio"/> B 13,5 hertz.</p> <p><input checked="" type="radio"/> C 375 hertz.</p> <p><input type="radio"/> D 1 350 hertz.</p> <p><input type="radio"/> E 4 860 hertz.</p>
A	B	C	D	E	TOTAL
525	1065	846	589	177	3202
16,40%	33,26%	26,42%	18,39%	5,53%	100%

Figura 2: Frequência da vibração de automóvel. Fonte: inep.gov.br

A questão 103, mesclando conceitos de ondulatória e cinemática requer conhecimentos de transformação de unidades, movimento retilíneo uniforme e relação entre período e frequência. Solicita-se a determinação da frequência de vibração de um carro ao passar por um sonorizador. Deve-se transformar as medidas de velocidade e distância, em unidades do Sistema Internacional (SI), para, em seguida, determinar o período, através da equação de um corpo em movimento retilíneo uniforme, $D = V.t$. Por fim, sabendo que a frequência em Hertz representa o inverso do período em segundos, o aluno chegaria ao valor de 375 Herz.

A maioria dos estudantes equivocou-se na transformação de unidades, sendo que 33,26% determinaram o período dividindo 8 cm por 108 km/h, sem transformar nenhuma medida do enunciado, encontrando a resposta do distrator letra B, ou transformando apenas 8cm para 0,08 metros, mantendo a velocidade em km/h e encontrando o resultado do distrator letra D. Esses resultados corroboram com Sherin (2001) ao observar que os alunos manuseiam fórmulas, sem dispor de total conhecimento, ou até mesmo ignorando o emprego correto de unidades.


QUESTÃO 104					
<p>As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. A figura mostra alguns exemplos desses objetos.</p>					 <p>Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?</p> <p><input type="radio"/> A Pinça.</p> <p><input type="radio"/> B Alicate.</p> <p><input type="radio"/> C Quebra-nozes.</p> <p><input type="radio"/> D Carrinho de mão.</p> <p><input type="radio"/> E Abridor de garrafa.</p>
A	B	C	D	E	TOTAL
535	450	673	853	690	3201
16,71%	14,05%	21,02%	26,64%	21,58%	100%

Figura 3: Alavancas. Fonte: inep.gov.br

A questão 104 aborda o torque efetuado por forças potentes e resistentes em um determinado braço de alavanca. Foi a questão com a maior dispersão nas respostas, com uma diferença de apenas 12% entre as respostas menos e mais

preteridas. Para cada objeto, dever-se-ia determinar o ponto de aplicação das forças potentes e resistentes, e relacioná-lo com a distância até o ponto fixo, através da relação: $F_p \cdot d_p = F_r \cdot d_r$, o que permitiria concluir que a força potente é maior que a força resistente quando seu braço de alavanca em relação ao ponto fixo é menor em comparação ao braço da força resistente, o que é compatível com a letra A.

A questão com apenas 16,71% de acertos, embora não apresente distratores com conceitos físicos distintos, estes exercem atração praticamente equivalentes, sugerindo que os conceitos de torque, força potente e resistente, não estejam bem definidos para boa parte dos candidatos. Pozo e Crespo (2009) afirmam que os candidatos tendem a usar concepções não científicas incorporadas fora da escola quando expostos a um problema contextualizado.

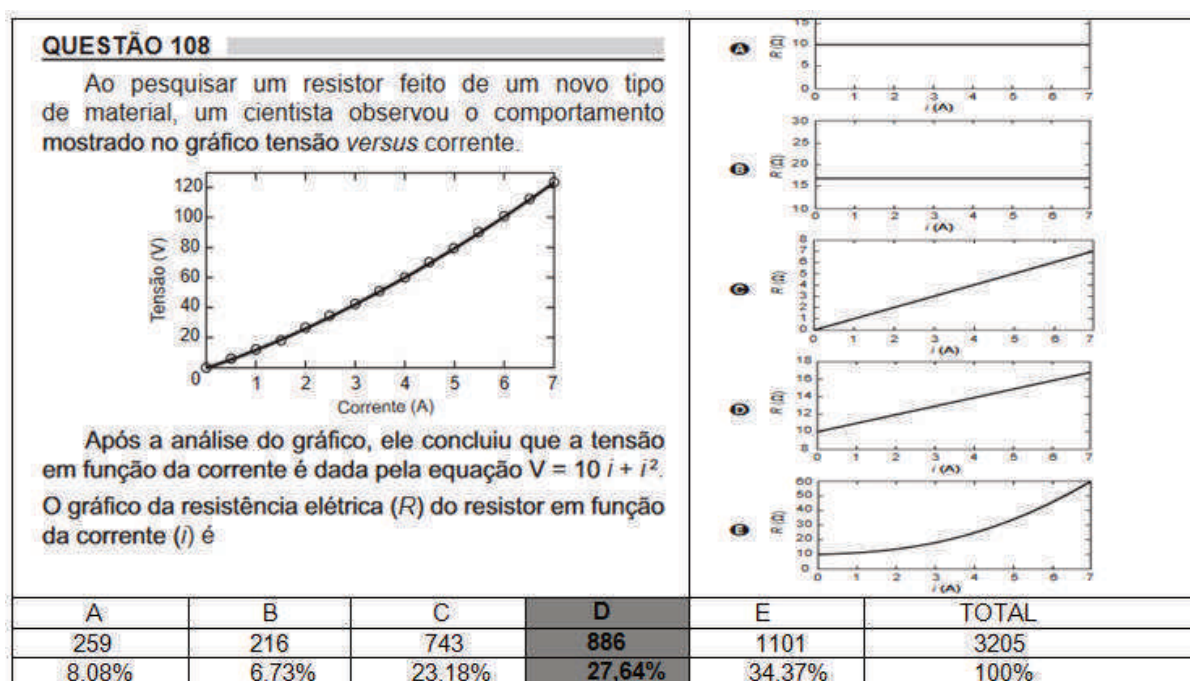


Figura 4: Gráficos. Fonte: inep.gov.br

Essa questão objetiva identificar um gráfico resistência x corrente partindo da interpretação de um gráfico tensão x corrente, dado no enunciado do problema. Espera-se que o aluno saiba relacionar a tensão em um fio condutor com resistência e corrente, além da diferença de representação gráfica de equações de primeiro e segundo grau. Deve-se conhecer a relação entre tensão, resistência e corrente $V = Ri$, substituir na equação do texto base, obtendo a relação linear de primeiro grau, $R = 10 + i$. Como $i = 0$, temos $R = 10$, concluindo que a única opção viável é o gráfico representado pela letra D. O distrator da letra E mostra que 34,37% dos alunos optaram por um gráfico análogo ao apresentado no enunciado, desconsiderando a relação pedida entre resistência e corrente.

O distrator C (23,18%) das respostas, expõe que apesar dos candidatos relacionarem as grandezas de maneira correta, se esquecem de determinar o valor da resistência para a corrente nula, optando por um gráfico em que a origem é dada pelo ponto (0,0). A dificuldade retratada nessa questão, vai de acordo com o resultado descrito por Hale (2000) ao verificarem nos alunos dificuldades na construção e interpretação gráfica.

QUESTÃO 120

Nos manuais de instalação de equipamentos de som há o alerta aos usuários para que observem a correta polaridade dos fios ao realizarem as conexões das caixas de som. As figuras ilustram o esquema de conexão das caixas de som de um equipamento de som mono, no qual os alto-falantes emitem as mesmas ondas. No primeiro caso, a ligação obedece às especificações do fabricante e no segundo mostra uma ligação na qual a polaridade está invertida.

Polaridade correta
Saídas do equipamento de som

Caixa de som Caixa de som

Polaridade invertida
Saídas do equipamento de som

Caixa de som Caixa de som

O que ocorre com os alto-falantes E e D se forem conectados de acordo com o segundo esquema?

- O alto-falante E funciona normalmente e o D entra em curto-circuito e não emite som.
- O alto-falante E emite ondas sonoras com frequências ligeiramente diferentes do alto-falante D provocando o fenômeno de batimento.
- O alto-falante E emite ondas sonoras com frequências e fases diferentes do alto-falante D provocando o fenômeno conhecido como ruído.
- O alto-falante E emite ondas sonoras que apresentam um lapso de tempo em relação às emitidas pelo alto-falante D provocando o fenômeno de reverberação.
- O alto-falante E emite ondas sonoras em oposição de fase às emitidas pelo alto-falante D provocando o fenômeno de interferência destrutiva nos pontos equidistantes aos alto-falantes.

A	B	C	D	E	TOTAL
1238	245	832	211	678	3204
38,63%	7,64%	25,96%	6,58%	21,19%	100%

Figura 5: Caixas de som. Fonte: inep.gov.br

A questão 120 aborda fenômenos ondulatórios, através de um equipamento de som instalado em configurações distintas: com a polaridade correta e com a polaridade invertida. Solicita-se marcar a alternativa que descreve o que ocorrerá aos alto-falantes do segundo esquema. Houve concentração no distrator A (38,63%), indicando confusão entre as polaridades de uma onda com os pólos de uma pilha ou bateria em um circuito elétrico, ainda que numa instalação elétrica não teríamos a passagem de corrente, sem caracterizar um curto circuito. Esse distrator sustenta uma escolha induzida por um raciocínio intuitivo, em acordo com Clement (1994), associando polaridade de uma onda com uma bateria. O mesmo ocorre com o distrator da letra C (25,96%) ao tratar de um fenômeno cotidiano, induz ao erro de que a instalação provocará o ruído. Ao considerar que os alto-falantes emitem as mesmas ondas (mesma frequência) seriam descartados os distratores B e C. Como a reverberação é um fenômeno causado pela reflexão do som em superfícies refletivas, eliminar-se-ia o distrator D. Assim, saber-se-ia que a instalação errônea proposta apenas inverteria a polaridade da onda e, como são iguais (em amplitude e comprimento de onda), teríamos o fenômeno denominado interferência destrutiva.

QUESTÃO 134

Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo.

Essa dificuldade ocorre porque o(a)

- força necessária para a sucção do ar e do suco simultaneamente dobra de valor.
- densidade do ar é menor que a do suco, portanto, o volume de ar aspirado é muito maior que o volume de suco.
- velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
- peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
- pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

A	B	C	D	E	TOTAL
382	1309	497	424	594	3202
11,93%	40,88%	15,52%	13,24%	18,43%	100%

Figura 6: Diferença de Pressão. Fonte: inep.gov.br

A questão 134 retrata um problema de hidrostática no qual uma pessoa realiza sucção simultânea em dois canudinhos, um dentro do líquido e outro fora. Questiona-se a dificuldade identificada comparada àquela verificada ao utilizar apenas um canudo. Observou-se aqui a maior diferença entre a frequência do gabarito e do distrator predominante (22,45%). Deve-se saber que a sucção ocorre devido a uma diferença de pressão, o que não se verifica para um dos canudos. Somente 18,43% chegaram a tal conclusão. O distrator predominante foi a letra B (40,88%), o qual ignora o fenômeno físico em foco, porém evoca a premissa verdadeira “a densidade do ar é menor do que a densidade do suco”, induzindo o candidato a relacionar a sucção dificultosa com o “volume de ar aspirado a mais”.

A seguir, a tabela 1 mostra a frequência de respostas das questões restantes.

QUESTÃO	TEMA	A	B	C	D	E	TOTAL
95	HID	445 13,88%	1017 31,73%	462 14,41%	993 30,98%	288 9,00%	3205 100%
112	ELE	371 11,58%	1024 31,96%	846 26,40%	331 10,33%	632 19,73%	3204 100%
115	ELE	143 4,43%	464 14,48%	787 24,56%	1601 49,95%	210 6,58%	3205 100%
122	MEC	931 29,06%	351 10,95%	967 30,19%	288 8,99%	666 20,91%	3203 100%
125	ONDAS	986 30,77%	214 6,67%	1295 40,41%	572 17,85%	137 4,30%	3204 100%
128	MEC	988 30,81%	662 20,64%	448 13,97%	924 28,82%	184 5,76%	3206 100%
129	ONDAS	807 25,26%	465 14,54%	589 18,42%	385 12,04%	951 29,74%	3197 100%
131	MEC	638 19,94%	955 29,82%	451 14,08%	521 16,27%	637 19,89%	3202 100%

Tabela 1: Frequência de respostas das questões restantes. Fonte: inep.gov.br

Observa-se que a média de acertos dos 3.211 alunos que fizeram a prova azul no município de Belo Horizonte em 2018 foi de apenas 29,68%.

Considerações finais

Nesse trabalho buscamos apresentar uma análise dos distratores mais significativos presentes na prova azul de Física referente ao ENEM 2018. Os dados analisados incluíram os 3211 candidatos não treinantes, sem distinção entre rede pública e privada, desconsiderando questões em branco ou com marcação anulada. Em várias questões pode-se observar, em acordo com Clement (1994), distratores que induzem um raciocínio intuitivo em detrimento de um raciocínio científico, capazes de influenciar uma parcela considerável dos candidatos.

Ao analisar o desempenho global dos estudantes, percebe-se o baixo índice médio de acertos, 29,68%, resultado que indica um problema recorrente no Exame Nacional do Ensino Médio. Em pesquisa realizada pelo aplicativo AppProva, analisando os dados apresentados pelo INEP referente ao desempenho dos alunos entre 2009 e 2014, apresenta Física, ao lado de Matemática, como as disciplinas com menor taxa de acerto médio, de apenas 25%. De Rezende Pinto (2014) nos alerta que tais dificuldades podem estar relacionadas com a escassez de profissionais com a formação adequada.

O estudo dos distratores mais assinalados nos permite compreender as dificuldades mais recorrentes dos estudantes de Ensino Médio, reunindo informações importantes, a serem consolidadas em trabalhos futuros. Através das concepções errôneas é possível traçar uma matriz de dificuldade, contendo dificuldade de interpretação/construção de gráficos, conforme Hale (2000), concepções não científicas quando expostos a problemas contextualizados, concordando Pozo e Crespo (2009), utilização incorreta de unidade de medidas, corroborando com Sherin (2001) e tendência em priorizar raciocínio intuitivo em detrimento do raciocínio científico, conforme nos alerta Clement (1994).

O resultado obtido evidencia que, apesar de todas as pesquisas realizadas sobre o tema nos últimos anos, a evolução referente ao processo de aprendizagem ainda representa um impacto pouco significativo. Salientamos a importância para um ensino focalizado no aluno, conduzindo o processo de aprendizagem considerando suas dificuldades e o seu conhecimento prévio sobre o tema, concordando com Moreira (1999) ao mencionar “descubra o que o aluno já sabe e ensine-o de acordo”.

Referências

CLEMENT, J. Use of physical intuition and imagistic simulation in expert problem solving. In: TIROSH, D. (Org.). **Implicit and explicit knowledge**. Norwood, NJ: Ablex, 1994. p. 204- 244

DE REZENDE PINTO, J. M. O que explica a falta de professores nas escolas brasileiras?. **Jornal de Políticas Educacionais**, v. 8, n. 15, 2014.

HALE, P. Kinematics and Graphs: Students' Difficulties and CBLs. **Connecting Research to Teaching**, v. 93, n. 5, p. 414 –417. 2000.

MARCOM, G. S. **O ENEM com indicador qualitativo para o ensino**: uma aplicação às questões de Física. 2015. 211f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, UNICAMP, Campinas.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Questões do ENEM e suas relações com o Ensino de Física. In: ENPEC, 10., 2015, Águas Lindóia. **Anais...** SP: SBF, 2015.

MARCOM, G. S; KLEINKE, M. U. Análises dos distratores de itens de Física em Exames de Larga Escala. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 33, n. 1, p. 72-91, abr. 2016.

MARCON, G. S. **O ENEM, os indicadores formativos e o ensino de Física**. 2019. 291f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, UNICAMP, Campinas.

MARTINS, M. I.; COSTA, J. P. C. Questões objetivas do ENADE 2014 para a licenciatura em Física: identificação de fragilidades curriculares a partir de Relatório de curso. In: EPEF, 16., Natal, 2016. **Anais...** São Paulo: SBF, 2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

POZO, J.; GÓMEZ, M. A. C. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SHERIN, B. L. How Students Understand Physics Equations. **Cognition And Instruction**, v. 19, n. 4, p. 479-541, 2001.

SILVEIRA, F. L.; STILCK, J.; BARBOSA, M. Comunicações: Manifesto sobre a qualidade dos itens de Física na Prova de Ciências da Natureza no Exame Nacional de Ensino Médio. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 31, n. 2, p. 473-479, ago. 2014.

ENSINANDO A LEI DA INÉRCIA ATRAVÉS DAS METODOLOGIAS ENSINO SOB MEDIDA E INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS

TEACHING THE LAW OF INERTIA THROUGH METHODOLOGIES JUST IN TIME TEACHING AND PEER INSTRUCTION

**Gabriele Maria Baptista Cordeiro¹, Marco Aurélio do Espírito Santo², Jefferson
Adriano Neves³, Larissa de Jesus⁴**

¹ Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus Volta Redonda, gabimbc@hotmail.com

² Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus Volta Redonda, marco.santo@ifrj.edu.br

³ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas, jefferson.neves@ufla.br

⁴ Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus Volta Redonda, larissadejesus42@gmail.com

Resumo

Nas últimas décadas as metodologias ativas têm se mostrado uma opção ao ensino tradicional. Nelas o aluno é exposto às atividades interativas antes, durante e após a aula, levando-o a estudar previamente, discutir e avaliar suas dúvidas no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Neste contexto, o presente trabalho apresenta uma sequência de ensino e aprendizagem planejada de acordo com a metodologia *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas) em conjunto com a metodologia *Just in Time Teaching* (Ensino sob Medida). A proposta é dividida em pré-teste conceitual, atividade de leitura sobre a evolução do conceito de força e movimento, aulas curtas com questões de múltipla escolha interativa e pós-teste para avaliação do ganho da turma. A atividade foi realizada em uma turma da disciplina física básica I do Instituto Federal do Rio de Janeiro do curso de Licenciatura em Física. Para analisar os resultados alcançados com a sequência foi realizado um estudo qualitativo e estipulado o possível ganho pedagógico por meio do coeficiente de Hake.

Palavras-chave: Metodologias Ativas; Instrução pelos Colegas; Ensino sob Medida; Lei da Inércia.

Abstract

In recent decades, active methodologies have proven to be an option for traditional teaching. In them the student is exposed to interactive activities before, during and after class, leading him to study in advance, discuss and evaluate his doubts during the teaching and learning process. In this context, the present work presents a sequence of teaching and learning planned according to the Peer Instruction methodology together with the Just in Time Teaching methodology. The proposal is divided into a conceptual pre-test, reading activity on the evolution of the concept of force and movement, short classes with multiple choice interactive questions and a post-test to assess the class gain. The activity was carried out in a class of basic physical discipline I at the Federal Institute of Rio de Janeiro of the Physics Degree

course. To analyze the results achieved with the sequence, a qualitative study was carried out and the possible pedagogical gain was stipulated through the Hake coefficient.

Keywords: Active Methodologies; Peer instruction; Just-in-time Teaching; Law of Inertia.

Introdução: Instrução Pelos Colegas e o Ensino sob Medida no Ensino de Física

Nos últimos anos as concepções de ensino e aprendizagem têm apresentado mudanças significativas apontando para a ruptura do paradigma do ensino tradicional, possibilitando novas formas de ensino centradas no aluno, as denominadas metodologias ativas, onde o professor é o mediador do processo de ensino e aprendizagem. Uma destas metodologias é a *Peer Instruction*, traduzida de forma livre no Brasil como instrução pelos Colegas (IpC) ou ainda instrução por pares, criada na década de 1990 na Universidade de Havard, Estados Unidos, pelo professor holandês Eric Mazur (MAZUR, 2015, p.10).

Na IpC o professor inicialmente propõe a leitura do livro texto ou notas de aula antes da apresentação em sala, isto introduz o assunto. Na aula, o professor realiza apresentações orais curtas, entre 15 a 20 minutos, em que são discutidos os conceitos fundamentais e sequencialmente é lançada uma questão conceitual, geralmente de múltipla escolha focada no assunto abordado (MAZUR, 2015, p.10).

A questão é respondida individualmente, o tempo para isto é de 2 minutos. Depois o professor registra a resposta dos alunos, o que configura a primeira votação. O próximo passo depende dos percentuais de acertos da turma: acima de 70% o professor poderá passar para uma nova questão, realizar uma discussão com os alunos sobre a questão ou ir para o próximo tópico; se o percentual é menor que 30% o professor refaz a apresentação preferencialmente de forma diferente.

Agora se o percentual fica entre 30% e 70% haverá uma discussão entre os alunos da seguinte forma: cada aluno é orientado a procurar dentro da turma outro aluno que tenha respondido, preferencialmente, a questão de forma diferente da dele para tentar convencê-lo que a sua resposta é a correta. Os alunos têm 2 minutos para a discussão e logo após a questão é respondida mais uma vez, o que configura a segunda votação. Para finalizar o docente registra as respostas e determina os percentuais novamente. Essa etapa é considerada o núcleo da metodologia, quando realizada com sucesso contribuirá para a internalização dos conceitos estudados e pela melhora na construção do conhecimento (MAZUR, 2015, p.10).

O processo de registro de votação das questões pode ser realizado através de diversos sistemas, como cartões impressos, sistemas eletrônicos, e aplicativos como *Socrative*¹ e *Plickers*² que utilizam o *smartphone*. Apesar da multiplicidade de meios de votação, uma pesquisa realizada para comparar os resultados de aprendizagem alcançados pelo uso de um ou outro sistema não encontrou

1 <https://socrative.com/>

2 <https://get.plickers.com/>

diferenças estatisticamente significativas na média de acertos para testes padronizados (LASRY, 2008).

Segundo Mazur para uma maior eficácia da IpC os alunos devem ter uma noção mínima do conteúdo a ser trabalhado em cada aula. É interessante também o professor ter uma ideia das dúvidas e dificuldades na leitura realizada pelos alunos antes das aulas para que possa superá-las. Com estes objetivos ele adotou em suas aulas, a metodologia *Just-in-time teaching* cuja tradução livre no Brasil é Ensino sob Medida (EsM) (MAZUR, 2015, p.24). Essa metodologia foi criada por Gregory M. Novak em 1996 e colaboradores na Universidade de Indiana (NOVAK et al., 1999).

Na EsM, o professor disponibiliza um material para o aluno estudar antes das aulas, que pode ser um capítulo de livro, um texto, um artigo científico, notas de aulas, uma referência na internet, uma vídeo-aula. Junto a esta atividade o aluno responde um questionário eletrônico com o objetivo de sondar o que entendeu e quais as dúvidas que surgiram em relação ao conteúdo. A partir das respostas o professor prepara suas apresentações e questões conceituais da IpC (MAZUR, 2015, pag.24).

Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo apresentar resultados obtidos com a realização de um sequencia didática fundamentada nas metodologias IpC e EsM para o ensino da primeira lei de Newton. A sequência didática foi realizada com alunos do primeiro período do curso de licenciatura em física do Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus Volta Redonda.

Da proposta à Ação em Sala de Aula

A sequência foi elaborada com objetivo de ensinar a primeira lei de Newton por meio da IpC e do EsM, pois se esperava buscar um ambiente de construção do conhecimento em que os alunos estivessem ativos e envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, pretendeu-se apresentar para os alunos uma estratégia didática diferente das aulas expositivas e resolução de exercícios.

Antes de iniciar a sequência, os alunos realizaram o pré-teste, composto por 19 questões de múltipla escolha, proposto por Silveira et al. (1992). Com tal instrumento se buscava compreender se os alunos apresentavam a concepção newtoniana da relação entre a força e o movimento. Após o desenvolvimento da proposta, o mesmo teste foi realizado, porém com o objetivo de identificar mudanças na compreensão da relação entre força e movimento. Cada realização do teste levou aproximadamente 40 minutos.

Para iniciar o Ensino sob Medida, utilizou-se um texto adaptado do livro Física para o Segundo grau: Mecânica (GUIMARÃES, 1997, p. 115-129). O texto abordou a evolução das ideias de movimento, indo de Aristóteles a Galileu e teve como objetivo apresentar os modelos históricos utilizados para explicar o movimento dos corpos em uma linguagem simples, como também introduzir o conteúdo. Esta escolha se fundamenta em estudos como de Yukimi et al. (1992), que apontam que as explicações espontâneas dos alunos sobre o movimento se aproximam destes modelos.

O texto foi disponibilizado eletronicamente com prazo de uma semana para a leitura. Na etapa seguinte, os alunos responderam seis questões, cinco sobre o texto e uma questão de *feedback* adaptada do estudo de Oliveira, Araújo e Veit (2016) para levantar possíveis dificuldades encontradas durante a leitura. As questões foram respondidas em sala de aula para obter maior adesão dos alunos e levou aproximadamente 40 minutos.

A partir da análise dos resultados das atividades anteriores, elaborou-se a aula com uma apresentação de aproximadamente 25 minutos, em que se discutiu o enunciado da primeira lei de Newton, a relação velocidade e força resultante, equilíbrios estático e dinâmico. Na sequência foram lançadas as questões, presente no Quadro 1.

Quadro 1: Questões conceituais aplicadas.

1) Ao estudar o movimento dos corpos, Galileu Galilei considerou que um corpo com velocidade constante permaneceria nessa situação caso não atuasse sobre ele qualquer força ou se a somatória das forças, a força resultante, fosse igual a zero. Comparando esse estudo de Galileu com o estudo realizado por Isaac Newton, Lei da Inércia, pode-se afirmar que, para Newton

I – um corpo com velocidade constante (intensidade, direção e sentido) possui força resultante igual a zero;

II – um corpo em repouso, com velocidade constante e igual a zero, possui força resultante igual a zero;

III – Galileu considerou a velocidade constante (intensidade, direção e sentido) no movimento circular.

Está correto o que se afirma em:

a) I, apenas. b) I e II, apenas. c) I e III, apenas. d) II e III, apenas.

2) É comum, em filmes de ficção científica, que as naves espaciais, mesmo quando longe de qualquer planeta ou estrela, permaneçam com os motores ligados durante todo o tempo de percurso da viagem. Esse fato:

a) Se justifica, porque, se os motores forem desligados, a velocidade da nave diminuirá com o tempo até parar.

b) Se justifica, pois, para que qualquer objeto se mova, é necessária a ação de uma força sobre ele.

c) Se justifica, porque, se os motores forem desligados, a nave será desviada, de forma gradativa, de sua rota.

d) Não se justifica, pois, uma vez atingida a velocidade de cruzeiro, a nave seguirá até o destino com velocidade constante.

3) A figura abaixo representa uma escuna atracada ao cais. Deixa-se cair uma bola de chumbo do alto do mastro – ponto O. Nesse caso, ele cairá ao pé do mastro – ponto Q. Quando a escuna estiver se afastando do cais, com velocidade constante, se a mesma bola for abandonada do mesmo ponto O, ela cairá no seguinte ponto da figura:



a) P b) Q c) R d) S

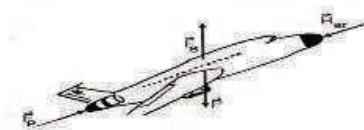
4) Um avião está voando horizontalmente em linha reta. Listamos a seguir as forças que atuam sobre ele: o peso \vec{P} (para baixo), a sustentação \vec{F}_S (para cima), a força de propulsão \vec{F}_P (para frente) e a resistência do ar \vec{R}_{AR} (para trás).



Qual das opções relaciona corretamente os módulos dessas forças, se o movimento é com velocidade constante?

a) $P = F_S$ e $F_P = R_{AR}$ b) $P = F_S$ e $F_P > R_{AR}$ c) $P > F_S$ e $F_P > R_{AR}$ d) $F_S > P$ e $F_P = R_{AR}$

5) Agora o avião está subindo, com velocidade constante, numa rela inclinada de 30° com a horizontal. Qual a relação entre os módulos de \vec{P} , \vec{F}_S , \vec{F}_P e \vec{R}_{AR} :



a) $P = F_S$ e $F_P > R_{AR}$ b) $P > F_S$ e $F_P > R_{AR}$ c) $F_S = P$ e $F_P = R_{AR}$ d) $P = F_S$ e $F_P < R_{AR}$

6) A figura representa uma caixa que desce verticalmente com velocidade constante, presa a um cabo de aço. A Relação correta entre o módulo do peso \vec{P} da caixa e o módulo da força \vec{F} é:



a) $F > P$

b) $F < P$

c) $F = P$

d) $F = P = 0$

Fonte: Física para o segundo grau: mecânica, p.129, 1997.

Para iniciar a votação o docente responsável apresentou a metodologia e fez uma rápida discussão dos objetivos e procedimentos a serem efetuados.

No início das votações, os alunos foram divididos em grupos com quatro integrantes, participaram 32 alunos. A primeira votação de cada questão foi realizada de maneira individual e registrada, logo após os alunos realizaram as discussões entre os colegas. Escolheu-se realizar a discussão entre os alunos independentes do percentual de acertos na primeira votação por dois motivos: (a) acredita-se que mesmo que a porcentagem de erros fosse pequena as dúvidas dos alunos deveriam sempre ser consideradas; e, (b) para avaliar a efetividade da interação entre os alunos na resolução das questões na segunda votação, núcleo da metodologia IpC.

Para avaliar esta efetividade, foram computadas percentualmente as mudanças que ocorreram entre a primeira e segunda votação. Por exemplo: A categoria *correta – correta* dá o percentual de alunos que votaram corretamente na primeira votação e mantiveram sua resposta na segunda votação. A categoria *incorreta-correta* dá o percentual de alunos que escolheram a resposta incorreta na primeira votação e após a interação com os colegas mudaram para a resposta correta. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Percentuais de mudança em cada questão após a discussão entre os colegas

Votação 1 - Votação 2	Q01 (%)	Q02 (%)	Q03 (%)	Q04 (%)	Q05 (%)	Q06 (%)
Incorreta – Correta	19	34	19	22	6	16
Correta – Correta	81	63	66	16	25	37
Incorreta – Incorreta	0	0	9	47	53	38
Correta – Incorreta	0	3	3	9	10	3
Sem segunda resposta	0	0	3	6	6	6

Fonte: Autores da Pesquisa.

Análise dos dados e considerações Finais

Nas questões 01 e 02, os percentuais de mudança apontam que a discussão entre os alunos foi efetiva na segunda votação, todos os alunos acertaram a questão sem necessidade de uma nova apresentação. Na terceira questão o percentual de mudança é menor que das duas primeiras, mesmo assim foi observada a convergência para a resposta correta que passou de 66% para 85% dos alunos, apontando para a efetividade da interação. Apesar disto houve um percentual de 3% dos alunos que trocou da resposta correta para a resposta incorreta. Uma explicação possível é que estes alunos possam ter escolhido aleatoriamente a resposta certa na primeira votação e terem sido convencidos erroneamente da resposta incorreta.

A quarta e a quinta questões são idênticas apenas mudando a direção do movimento. Essas questões foram escolhidas para sondar a compreensão dos alunos sobre a relação entre a resultante das forças e as forças que atuam em um corpo em equilíbrio dinâmico. As votações das duas questões mostraram que as discussões pelos pares não foi efetiva, pois: (a) na quarta questão 4 houve uma mudança de 22% da resposta incorreta para correta, porém 47% dos alunos votaram na resposta errada em ambas as votações; e (b) na quinta questão o percentual de mudança foi ainda menor 6%, nela 53% escolheram a alternativa incorreta nas duas votações. Esses resultados podem apontar que os alunos não entenderam a relação entre a força resultante e a forças individuais que devem se somar em uma resultante nula para que o equilíbrio dinâmico seja mantido.

Como indica a Instrução pelos Colegas, após os resultados das questões 4 e 5 aconteceu uma nova apresentação oral sobre a lei da inércia focada no equilíbrio dinâmico. Logo após foi lançada a última questão. O percentual de mudança para essa questão foi de 16%, indicando a efetividade da interação com os colegas, no entanto, 38% dos alunos selecionaram a resposta errada nas duas votações. Isto pode apontar que os alunos ainda apresentam dúvidas sobre o equilíbrio dinâmico, assim foi resolvida a questão reforçando os conceitos.

De acordo com a Tabela 1 observou-se que alguns alunos participaram da primeira votação e não da segunda. Contudo, não se investigou a razão para esse fato, uma hipótese é que as interações entre os colegas não foi efetiva.

Para realizar uma avaliação qualitativa da aprendizagem ao final da proposta os estudantes realizaram o pós-teste e foi calculado o ganho normalizado proposto por Richard Hake na década de 1990 (HAKE, 1998). Ele utilizou dados de mais de seis mil alunos, de ensino médio e superior americanos para avaliar o ganho conceitual proporcionado pelas metodologias tradicional e ativas como a IpC (Müller et al., 2017)

O ganho normalizado é definido por:

$$g = \frac{\langle N_{pós} \rangle - \langle N_{pré} \rangle}{100 - \langle N_{pré} \rangle}$$

Onde $\langle N_{pré} \rangle$ o percentual médio de aproveitamento da turma no pré-teste, $\langle N_{pós} \rangle$ o percentual médio de aproveitamento da turma no pós-teste (HAKE, 1998).

O numerador desta equação corresponde ao ganho efetivo obtido pela turma, o denominador, à melhora máxima possível de ser alcançada pela turma. O valor do ganho normalizado varia entre 0 e 1 (ou entre 0% e 100%) (Müller et al., 2017).

Hake (HAKE, 1998) definiu que o ganho com uma determinada disciplina ou metodologia poderia ser classifica como:

“alto” para disciplinas ou metodologias com $g \geq 0,7$;

“médio” para disciplinas ou metodologias com $0,3 \leq g < 0,7$

“baixo” para $g < 0,3$.

A partir dos resultados dos testes aplicados, obteve-se um ganho normalizado de valor de $g = 0,4$ que está dentro do ganho médio, segundo a escala de Hake. Para Mazur, turmas submetidas à Instrução pelos Colegas devem apresentar um valor $g > 0,36$ (ARAUJO; SILVA; JESUS, 2017; MAZUR, 2015), o que demonstra que o resultado alcançado é compatível ao de turmas onde ocorreu uma aprendizagem ativa.

As metodologias utilizadas mudaram significativamente a dinâmica da sala de aula. Com as tarefas de leitura, texto e questionário mostraram as primeiras dificuldades dos alunos com os conceitos envolvidos com a primeira lei de Newton. Isto permitiu a escolha das questões conceituais assim como também da fundamentação da apresentação curta. Neste ponto é interessante relatar que os alunos já tinham estudado o princípio da inércia em sua formação de nível médio, no entanto, apresentavam concepções espontâneas diferentes do paradigma newtoniano. Isto pode ser verificado através dos resultados nas questões 4 e 5, a concepção de que o movimento necessita de uma força líquida para se manter está presente na maioria das respostas da turma. E mesmo após uma nova discussão os resultados da questão 6 aponta que uma parte permaneceu ainda com essa concepção.

Durante a realização da aula os alunos se mostraram mais ativo, trazendo suas dúvidas e questionamentos. Este fato permitiu o enfrentamento das dificuldades e dúvidas em tempo real.

Referências

- ARAUJO, A. V.R de; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, e2401, 2017.
- GUIMARÃES; B. **Física para o 2º grau: Mecânica**. São Paulo: Harbra, p.115-129, 1997.
- Hake, R. R. *American Journal of Physics* 66, 64 (1998).
- LASRY, N. Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? **The Physics Teacher**, v. 46, n. 4, p. 242, 2008.
- MAZUR, E. Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa. Porto Alegre: **Penso**, 2015. 252 p.
- MÜLLER, M. G; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; Schell, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, n.3, e 3403, 2017.
- NOVAK, G. M. et al. **Just-in-Time teaching**: blending active learning with web technology [S.1] Prentice Hall, p. 188, 1999.
- OLIVEIRA, T.E; ARAÚJO I.S; VEIT, E.A. Sala de aula invertida (*flipped classrom*): Inovando as aulas de física. **Física na Escola**. Porto Alegre, v.14, n.2, p. 4-13, 2016
- SILVEIRA, F. L. Da; MOREIRA, M. A.; AXT, R. Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em Mecânica. **Enseñanza de las Ciências**, 10 (2), 187-194, 1992.
- YUKIMI, H. PREGNOLATO et al., Concepções sobre força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 14, n.1,1992,p.19-23, 1991.

ENSINO DE FÍSICA E JOGOS: ESTUDO DE MATERIAIS LÚDICOS COMO RECURSO DIDÁTICO.

TEACHING PHYSICS AND GAMES: STUDY OF PLAYFUL MATERIALS AS DIDACTIC RESOURCES.

Lucas Massensini de Azevedo¹, Eugenio Maria de França Ramos², Bernadete Benetti³

¹UNESP/ IGCE/ LaPEMID IGCE CEAPLA, lucas.m.azevedo@unesp.br

²UNESP/ Instituto de Biociências/ LaPEMID IGCE CEAPLA, eugenio.ramos@unesp.br

³UNESP/ IB / Educação e LaPEMID IGCE CEAPLA, bernadete.benetti@unesp.br

Resumo

No presente trabalho discutimos a importância do lúdico como instrumento didático no Ensino de Física, tendo como foco uma pesquisa qualitativa e exploratória sobre a utilização de jogos em atividades de regência na Educação Básica, ocorridas na disciplina Prática de Ensino de Física, no âmbito da Licenciatura em Física de uma Universidade Pública do Estado de São Paulo, durante o ano de 2019. Discutimos a partir da análise da construção de jogos de memória, particularmente o jogo da memória “CIENTISTAS” [Mecânica], como a inovação pode ser deflagrada a partir da mobilização de conhecimentos explícitos e tácitos (Polanyi). Os relatos sobre a implementação de atividades didáticas de regências no Ensino Médio mostraram que os jogos se constituíram em valiosos instrumentos de interação, diversão e aprendizagem, constituindo-se em recursos didáticos utilizados em procedimentos de Ensino de Física como alternativa, ampliação ou complemento à metodologia tradicional nas atividades escolares da Educação Básica, baseadas geralmente em preleções e resoluções de exercícios. O trabalho desenvolvido também implicou no compartilhamento de conteúdos e materiais, de maneira cooperativa, tendo como meio de interação o acervo de uma Biblioteca de Instrumentos Didáticos no Laboratório de Prática de Ensino.

Palavras-chave: Jogos para Ensinar, Ensino de Física, Jogos de Cartas, Biblioteca de Instrumentos Didáticos.

Abstract

In this article, we discuss the importance of play as a didactic tool in the teaching of physics, with a focus on qualitative and exploratory research on the use of games in the activities of conducting Basic Education, which took place in the discipline Teaching Practice Physics, within the Physics Degree of a Public University of the State of São Paulo, during 2019. We discussed from the analysis of the construction of memory games, particularly the memory game “CIENTISTAS” [Mechanics], how innovation can be triggered from the mobilization of explicit and tacit knowledge (Polanyi). Reports on the implementation of teaching activities in high school showed that games were valuable instruments for interaction, fun and learning, constituting didactic resources used in physics teaching procedures as an alternative, expansion or complement to the traditional methodology in school activities of Basic Education,

based on lectures and resolution of problems and exercises. The work developed also involved the sharing of contents and materials, in a cooperative way, using the collection of a Didactic Instruments Library in the Teaching Practice Laboratory as a means of interaction.

Keywords: Teaching games, Teaching Physics, Card games, Didactics' instruments library.

Introdução

No ambiente escolar é comum perceber uma insatisfação quanto às aulas tradicionais, seja por parte de estudantes, de professores ou da equipe pedagógica, em especial quanto às excessivas preleções expositivas, nas quais o aluno é, em muitas vezes, mero espectador do sistema educacional, não sendo estimulado a confrontar ou a associar os novos conhecimentos a seus conhecimentos prévios, aqueles oriundos de suas experiências socioculturais e educacionais. Como resultado do processo de formação, o aprendiz muitas vezes não se capacita mais adequadamente para se posicionar ante a complexidade do mundo atual.

Professores mais ativos buscam novos procedimentos de ensino e recursos didáticos para oferecerem aos seus alunos outras oportunidades de aprendizagem, em que possa ser privilegiado o desenvolvimento dos alunos, em particular, como afirmam Luzzi e Philippi Jr., em busca de uma educação inovadora

[...] se faz necessário desenvolver uma educação inovadora que permita ao aluno elaborar soluções autônomas, de maneira criativa, para enfrentar não só os problemas novos de hoje, mas, também, os do futuro, para os quais nem sempre servirão as respostas agora elaboradas [...] (LUZZI e PHILIPPI JR., 2011: 123 e 124).

Neste trabalho analisamos os jogos como recurso pedagógico alternativo na prática educacional, como salientado por Ramos:

[...] a utilização de brinquedos e jogos é uma alternativa a mais de trabalho pedagógico, que deve estar ao alcance de todos os educadores, aplicável a todos os níveis escolares, desde os primeiros anos até os últimos, e mesmo para interações culturais, além da própria escola. (RAMOS, 1990: 128)

Teixeira, Rocha e Silva (2005) afirmam ser característica importante de atividades lúdicas no ensino que os participantes sejam envolvidos de maneira mais livre para criticar e argumentar, ao contrário de quando estão expostos a métodos tradicionais de Educação, quando se portam mais como consumidores de informações prontas (TEIXEIRA; ROCHA; SILVA, 2005).

Lopes sugere com mais ênfase a aprendizagem com materiais lúdicos, dizendo que aprender por meio de jogos é, ao seu ver, muito mais eficiente, inclusive com a confecção dos mesmos

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo, e a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar. (LOPES, 2001: 23).

Diante da perspectiva de que jogos podem se constituir como recursos alternativos a serem utilizados nas salas de aulas, relevante mesmo diante de muitas outras atividades e recursos, analisamos neste trabalho uma atividade de formação

inicial de professores de Física focalizando o desenvolvimento de jogos e sua utilização em atividades de ensino.

Percurso metodológico

Apresentamos neste trabalho parte de uma pesquisa realizada junto a disciplina de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado, do curso de formação inicial de professores de Física, de uma Universidade Pública, em uma cidade do interior do Estado de São Paulo, no ano de 2019.

As observações estudadas acerca da utilização de jogos como recurso didático foram coletadas em atividades de formação inicial, no Laboratório de Prática de Ensino, Materiais e Instrumentação Didática (LaPEMID), e em escolas de Educação Básica, onde as regências do estágio supervisionado ocorreram, tendo por base alguns relatos.

Durante a disciplina, os futuros professores foram instados a desenvolver e confeccionar jogos que pudessem ter como assunto e regras os conteúdos de Física, para uso dos estudantes do Ensino Médio. Os resultados desses projetos foram incorporados a uma biblioteca de instrumentos didáticos (BID) existente no LaPEMID.

A biblioteca de instrumentos didáticos (BID) constitui um acervo de caráter coletivo e cooperativo, onde o aluno que utiliza esses materiais – experimentos, jogos, brinquedos, etc. – pode contribuir para a própria expansão com novos instrumentos didáticos.

A produção de protótipos (em nosso caso, os jogos) ocorreu com a utilização de materiais de baixo custo, ou seja, que não demandassem necessariamente de muitos e grandes equipamentos (tais como computador, internet, TV, projetor, multimídia etc.) ou peças requintadas, caras ou preciosas.

Assim nas atividades da disciplina de Prática de Ensino fomenta-se a utilização dos materiais didáticos já prontos (acondicionados em pequenas caixas de papelão), bem como a produção de novos materiais e renovação (ou restauração) dos instrumentos utilizados com maior frequência pelos usuários.

Por meio da Biblioteca de Instrumentos Didáticos e do acompanhamento dos relatos dos futuros professores, focalizamos neste trabalho um dos jogos mais utilizados nas práticas docentes no ano de 2019, tendo como base a observação dos jogos mais retirados pelos alunos de Licenciatura em Física para suas atividades de regência, bem como relatos de seu uso em práticas com tais recursos didáticos.

Analisamos um dos jogos mais utilizados (o jogo de memória), a fim de entender as características físicas e conteúdos trabalhados, e discutir os elementos e peculiaridades destes materiais, bem como o que a proposta de construção de jogos desempenhou na formação dos professores.

Considerando as proposições teóricas de Gonsalves (2007) e de Lüdke e André (2013), a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de caráter exploratório, tendo como fontes de observação registros da BID quanto à utilização de instrumentos didáticos e relatos autobiográficos dos futuros professores de Física sobre suas atividades de regência.

Jogos e Prática de Ensino

Os jogos têm intrigado e fascinado a humanidade há muito tempo.

O ato de jogar é tão antigo quanto a própria história do homem. É uma atividade livre, fundamentalmente lúdica, contendo regras não convencionais de caráter competitivo ou não, e que possui uma característica principal, a espontaneidade, e possibilita a expressão de vivências cultural de forma intensa e total. (BROLESÍ; STEINLE; SILVA, 2015: 37)

Os jogos podem desempenhar um papel fundamental em relação a aprendizagem das crianças

Jogar e aprender são ações extremamente relacionadas, pois, na medida em que é lançado um desafio para as crianças, elas jogam com possibilidades, colocando limites que se colocam em suas situações, vivenciando experiências, capacidades de se organizar evoluindo e adquirindo novos conceitos e, assim, chegando à aprendizagem. (BROLESÍ; STEINLE; SILVA, 2015: 39)

Nos dias de hoje, apesar do avanço tecnológico do mundo digital, jogos de tabuleiros e cartas ainda são utilizados por adolescentes e jovens – não “saíram de moda” – que recorrem a eles como instrumentos de interação e diversão. Entretanto, pouco se vê quanto a aplicação de tais materiais como instrumentos didáticos nas salas de aulas, principalmente para o Ensino de Física e Ciências.

Nesta pesquisa nosso foco principal foi o estudo da confecção e da utilização dos jogos de memória com cartas por futuros professores de Física, em atividades de ensino.

Como tais materiais ainda não haviam sido elaborados e sua prática em sala de aula não é usual, consideramos que a tarefa proposta aos futuros professores implicaria na mobilização de diferentes conhecimentos, inclusive os saberes disciplinares e os saberes das Ciências da Educação (conforme o modelo de GAUTHIER, 1998), mas, além deles, a criatividade e a inovação. Em nosso caso tínhamos interesse em colocar os futuros professores diante de uma situação em que o conhecimento da Física e do Ensino eram insuficientes diante de uma situação nova para eles, qual seja, ensinar utilizando jogos.

Para Polanyi (1966), o conhecimento pode ser considerado a partir de elementos explícitos e tácitos, mobilizados pelos sujeitos em diferentes situações. Denomina conhecimento explícito aquele que compõe a cultura formal, que pode ser expresso em palavras, fórmulas matemáticas ou diagramas (neste caso os saberes disciplinares e das Ciências da Educação). Denomina conhecimento tácito àquele decorrente de práticas e vivências que, embora não se coloque em oposição ao conhecimento explícito, não pode ser expresso em palavras, fazendo parte de um repertório de aquisição de conhecimento e de percepções (como no caso das vivências anteriores dos alunos com jogos).

Assim, ante o desafio de construir um jogo, o futuro professor deveria lançar mão de conhecimentos explícitos, como os conteúdos de Física, e de conhecimentos tácitos, adquiridos por meio de experiências próprias com jogos.

Optamos numa primeira etapa por trabalhar com um jogo simples, que é o jogo de memória. Entretanto diferentes adaptações eram necessárias, como o conteúdo das cartas, o tamanho das mesmas para uma atividade didática em sala de aula, sua fixação na lousa ou o gerenciamento do jogo numa atividade de ensino.

O caso do jogo da memória CIENTISTAS [Mecânica]

Foram desenvolvidos durante o ano de 2019 quatro protótipos de jogos pelos futuros professores, com os assuntos (a) Cosmologia, (b) Constelações Zodiacais, (c) Grandezas Físicas e suas unidades e (d) Cientistas e sua obra (Mecânica). De tais jogos, verificamos que aquele que tratava dos cientistas foi o mais utilizado em regências pelos futuros professores, sendo esse escolhido para nossa análise.

O jogo Cientistas (Mecânica) trata-se da adaptação de um clássico jogo de memória, onde as cartas embaralhadas são colocadas invertidas, isto é, com a face de conteúdo sendo ocultada ao jogador. Para jogar, o jogador – ou equipe – deve selecionar duas cartas e virá-las para identificar os seus conteúdos. Se as cartas forem relacionadas dentro das regras do conteúdo (neste caso o cientista e alguma característica de sua obra), o jogador acertou o conjunto, “ganhando” aquele par de cartas e a possibilidade de jogar novamente; caso as cartas não sejam correspondentes, deve-se voltar a virá-las de modo a ocultar novamente seu conteúdo e outro jogador (ou equipe) deve realizar sua jogada. Cada jogada permite aos jogadores identificar cartas que poderão formar pares, de forma que mesmo as jogadas que não resultem em sucesso, ajudam todos os jogadores nas suas próximas jogadas.

As cartas configuram-se de duas formas:

- i. Cientistas: Nestas cartas, apresenta-se o cientista contendo dados e informações pessoais, tais como sua imagem, nome completo, ano de nascimento e morte, e sua ocupação seguida de sua nacionalidade.
- ii. Descobertas: Nestas cartas, apresenta-se uma ou mais contribuições científicas características daquele personagem, seguida de uma dica sobre o cientista ou seu campo de estudo, representada por texto, figura, fórmula ou nome da descoberta.

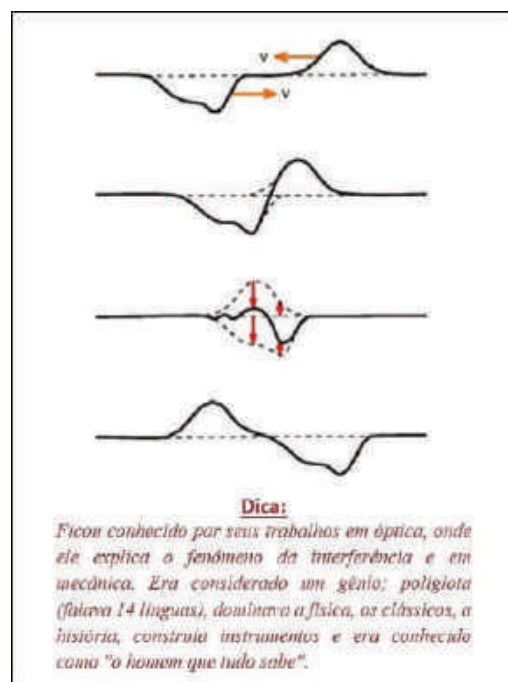
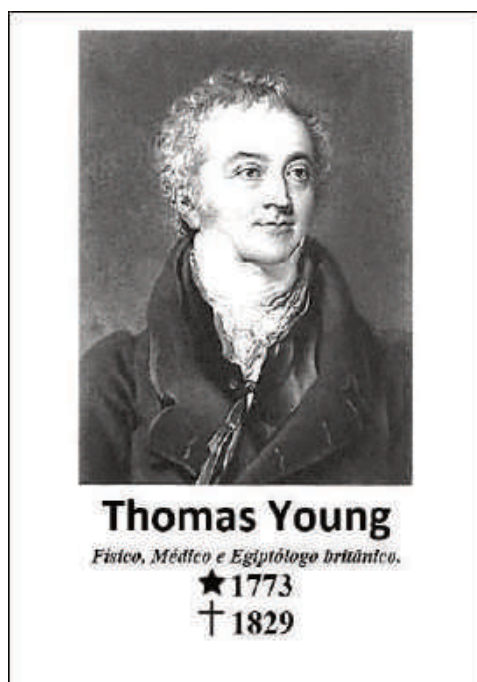


Figura 1a: Exemplo da Carta CIENTISTA - Thomas Young do jogo da memória "CIENTISTAS" [Mecânica]. (Fonte: Autores).

Figura 1b: Carta correspondente a DESCOBERTA (Thomas Young) do jogo da memória "CIENTISTAS" [Mecânica]. (Fonte: Autores).

Este jogo, portanto, trabalha não apenas o conteúdo científico – o conteúdo de física trabalhado na sala de aula – mas, de igual forma, contribui para a divulgação da ciência, apresentando cientistas pouco conhecidos – não tão populares – e algumas de suas respectivas descobertas e contribuições. Dentre os cientistas incluídos no jogo, temos desde os mais evidentes (Isaac Newton e Galileu Galilei, principalmente) até outros Robert Hooke, Evangelista Torricelli, Christiaan Huygens, Gaspard-Gustave Coriolis e Blaise Pascal. Ou seja, notadamente os alunos aprenderiam sobre os cientistas e sua obra ao jogar, e o jogo não seria uma mera “memória” do que se via nas aulas expositivas. O jogo conta com dezoito pares, que além dos cientistas citados acima, estão incluídos Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, James Prescott Joule, René Descartes, Stephen Willian Hawking, Thomas Young, Heinrich Rudolf Hertz, Arquimedes de Siracusa, Willebrord Snel van Royen, Edwin Powell Hubble e James Watt. Para a construção dos pares e elaboração das cartas, foi utilizado como base teórica Halliday, Resnick e Walker (2016) e Benjamin (2007).

Nos jogos de cartas de memória geralmente as cartas são pequenas e de fácil manuseio (semelhantes às cartas de um baralho), e o jogo desenvolve-se de maneira individual, ou seja, cada pessoa joga por si mesma, não há um trabalho em prol de um objetivo coletivo para um grupo. Entretanto, visando o Ensino de Física nas salas de aulas, com o intuito de alcançar cerca de quarenta alunos de uma classe, as cartas foram desenvolvidas de forma a que pudessem ser visualizadas a uma longa distância, com tamanho de 18 cm por 13 cm para as cartas e com uma forma de serem penduradas no quadro negro, de maneira que até mesmo o aluno que se senta na última fileira tivesse a oportunidade de ver o conteúdo das cartas.

Além dessas diferentes adaptações, o futuro professor deveria considerar estratégias para apresentação de um trabalho em equipes, distribuindo seus alunos na sala em pequenos grupos, valorizando o trabalho coletivo¹.

Os relatos dos futuros professores sobre a aplicação dos jogos nas regências, indicam que os alunos do Ensino Médio demonstraram curiosidade e envolvimento, grande nível de interesse em jogar, tentando associar as cartas cientistas às respectivas descobertas e aprendendo as associações que inicialmente desconheciam.

Importante mencionar alguns dos resultados observados. Em um dos relatos mais curiosos, um futuro professor mencionou que numa sala que não conseguia desenvolver aulas expositivas, alunos que não conseguiam participar das explicações haviam “acordado” na hora do jogo e que mesmo o professor supervisor do estágio (professor da sala), que ficava alheio a suas aulas (desenvolvendo outras atividades), se envolveu no jogo, ajudando com dicas aos alunos que estavam jogando. O jogo da memória CIENTISTAS, demonstrou-se muito prático, objetivo e de excelente desempenho quanto a aplicação didática em sala de aula, tendo sido amplamente

¹ Este jogo pode ser considerado para uma quantidade de poucos alunos, podendo até mesmo ser aplicado a uma única pessoa, mas em sua concepção colocamos aos futuros professores a necessidade de trabalho com toda uma sala.

utilizado pelos alunos da disciplina Prática de Ensino em suas atividades docentes. Diante da surpresa da boa aceitação do jogo de memória CIENTISTAS, e também devido à demanda na utilização deste instrumento didático, o grupo que propôs o primeiro modelo (concentrado nos cientistas da Mecânica), construiu um outro jogo de memória, contemplando o conteúdo de Eletromagnetismo.

Os futuros professores, que no início haviam demonstrado temeridade tanto no desenvolvimento dos jogos como em sua aplicação prática, se mostraram crescentemente mais maduros e inovadores nos procedimentos de ensino de suas aulas.

Da parte dos estudantes do Ensino Médio, os jogos demonstraram grande potencial para atrair a atenção e participação dos estudantes. Durante os jogos os alunos interagem com a atividade, demonstrando um crescente interesse, seja emitindo sua própria opinião (escolha de cartas) ou argumentando a resposta dada por seu colega de turma. Dessa maneira, houve a construção de um momento rico e democrático durante as aulas de Física.

Os alunos usualmente limitados à repetição de exercícios padrões (fórmulas, textos, análise vetorial, estudo de dados e gráficos), puderam com o jogo vivenciar outro tipo de envolvimento e oportunidade para além da aprendizagem da área da física – da teoria –, com um enriquecimento cultural e científico.

Considerações Finais

A utilização de jogos de tabuleiros ou de cartas no processo de formação inicial de professores, pretendeu proporcionar um desafio de inovação, afim de oferecer uma alternativa didática aos futuros professores, não impondo uma metodologia ou pretendendo substituir as aulas tradicionais.

A mobilização dos conhecimentos explícitos e tácitos (Polanyi, 1966) contribuíram para criação e aperfeiçoamento de materiais didáticos, procedimentos de ensino e, afinal, para enriquecer a formação de professores.

As observações e experiências decorrentes de diversas situações e sugestões durante a prática pedagógica, mostraram-se estimulantes, tendo sido fundamentais para o aperfeiçoamento dos jogos e materiais que disponibilizamos na Biblioteca de Instrumentos Didáticos.

Quanto a aplicação dos jogos percebemos, pelos relatos, uma grande movimentação dos alunos das turmas em participar e jogar, seja: dando sua opinião na formação dos pares das cartas; participando ativamente tanto em virar as cartas quanto a agir como mediador.

Em relação aos futuros professores de Física, o estranhamento inicial quanto à proposta de utilizar jogos nas atividades de ensino foi superado, sendo revelado dedicação e empenho quanto a reprodução dos materiais e construção de novos elementos para a biblioteca de instrumentos; além disso, contribuíram agregando melhorias nos instrumentos já disponíveis, bem como a utilização desses materiais em suas atividades de ensino e até mesmo além da sala de aula.

A utilização de tais recursos implica notadamente na necessidade de preparação do professor, refletindo diretamente sobre a forma de aplicação e dinamismo dos jogos educativos durante o processo de ensino-aprendizagem.

Embora observemos grande avanço do mundo digital, brincar e aprender por meio de jogos de tabuleiros e cartas ainda se mostrou viável. Além disso, muito parece ser possível trabalhar quanto a utilização desses materiais no ensino de Física e Ciências. Há indicações bastante consistentes em nossas observações que até mesmo jogo simples (como o jogo de memória) podem ampliar as oportunidades de aproximação dos estudantes com o conteúdo de Física e enriquecer seu conhecimento.

São animadoras as possibilidades para o desenvolvimento e criação de novos jogos, além de diferentes oportunidades de aplicação nos ambientes escolares. Por isso, esses instrumentos merecem ser explorados e aprofundados em novas pesquisas e práticas pedagógicas.

Agradecimentos e apoio

Ao apoio do LaPEMID CEAPLA IGCE – UNESP Campus de Rio Claro

Referências

- BENJAMIN, C (ed.). **Dicionário de Biografias Científicas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. v. 1.
- BROLESKI, M. L.; STEINLE, M. C. B.; SILVA, S. L. P. O. **Jogos, brinquedos e brincadeiras**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2015.
- GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia** - pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Unijuí: Ijuí, 1998.
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Alinea. 2007.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: Mecânica**. RJ: LTC, 2016. v. 1.
- LOPES, M. da G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar**. 4º Edição revista, São Paulo: Cortez, 2001.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro: EPU, 2013.
- LUZZI, D. A.; PHILIPPI JR., A. Interdisciplinaridade, pedagogia e didática da complexidade na formação superior. In: PHILIPPI JR., Arlindo; NETO, A. J. S. (ed.). **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação**. Barueri, SP: Manole, 2011. cap. 4, p. 123-142.
- POLANYI, M. **El estudio del hombre**. Buenos Aires, Argentina: Paidós, 1966.
- RAMOS, E. M. de F. **Brinquedos e jogos no Ensino de Física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- TEIXEIRA, M. C.; ROCHA, L. J. P.; SILVA V. S. Lúdico: Um Espaço para a Formação de Identidades. In: **III SIMPÓSIO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE JUIZ DE FORA, 2005. Anais...** Rio de Janeiro: CEDERJ, 2005. p. 1-14.

ACESSANDO O RACIOCÍNIO DOS ESTUDANTES ATRAVÉS DO TESTE EM TRÊS CAMADAS

ACCESSING STUDENT REASONING THROUGH THREE-TIERS TEST

Viviane Florentino de Melo¹, Wanderley Paulo Gonçalves Junior², Amanda Amantes Neiva³

¹Universidade Federal da Bahia/Faculdade de Educação, melovivi221@hotmail.com

²Universidade Federal do Rio de Janeiro/Colégio de Aplicação, wpgjunior@gmail.com

³Universidade Federal da Bahia /Instituto de Física, amandaamantes@gmail.com

Resumo

Neste trabalho apresentamos um estudo sobre o uso do teste em três camadas como instrumento de pesquisas na área de ensino, em duas perspectivas: itens baseados em teoria e adaptação de testes consolidados. O objetivo foi elaborar itens a partir da teoria de perfil epistemológico e adaptar testes consolidados na literatura ao formato em três camadas. Esse último foi realizado para o inventário conceitual de força amplamente utilizado na área de ensino de Física. Testes em três camadas são uma ferramenta com três níveis de aferição do conhecimento, denominados como camadas. Na primeira camada o estudante é questionado sobre um conteúdo de maneira a explicitar, de forma dicotômica, se ele detém o conhecimento em questão. Na segunda camada o questionamento se refere a uma explicação sobre o conhecimento do item anterior, sendo que na terceira o estudante deve indicar o grau de confiança que sente em relação às suas repostas das duas primeiras camadas, demonstrando uma avaliação metacognitiva do seu conhecimento. Por meio do teste em três camadas é possível compensar as limitações inerentes a itens de múltipla escolha simples, que não acessam o raciocínio dos estudantes, e ainda assim se beneficiar de suas vantagens, como a correção objetiva e rápida. Como o trabalho é de cunho metodológico, o resultado diz respeito à consolidação de duas ferramentas de pesquisa. Consideramos que a construção validação de testes em três camadas é relevante apresenta grande potencial para pesquisas na área de ensino e para sala de aula, pois podem ser utilizados enquanto um instrumento de avaliação formativo.

Palavras-chave: teste em três camadas, perfil epistemológico, inventário conceitual de força, instrumentos de avaliação educacional, variáveis latentes.

Abstract

In this work, we present a study on the use of the three-tiers test as a research instrument in the teaching subject, under two points of view: theoretical based items, and adaptation of consolidated tests. The objective is to elaborate items from the epistemological profile theory, and to adapt consolidated tests in the literature to the three-tiers form. The later was accomplished to the conceptual inventory of force, largely used in the physics teaching field. Three-tiers test consist of a first layer in which the students are asked about the content in question, a second one in which they must indicate an alternative that justifies their answers to the previous item and a third one in which they must indicate the degree of confidence they feel in relation to their responses to the first two tiers. Through this instrument it is possible to compensate for the limitations inherent to simple multiple-choice items, which do not access the

students' reasoning, and still benefit from its advantages, objective and quick correction. As the work is of a methodological nature, the result concerns the consolidation of two research tools. Therefore, the construction and validation of three-tiers test has a lot of potential for research in the teaching area, in addition to being able to be used as an instrument of formative assessment in the classrooms.

Keywords: three-tiers test, force concept inventory, epistemological profile, educational assessment tool, latent variables.

Introdução

Pesquisas na área de Educação e Ensino, que se debruçam sobre questões relacionadas ao aprendizado dos estudantes, lidam recorrentemente com a dificuldade de construir instrumentos capazes de acessar esse constructo teórico. Isso porque não há um consenso na área sobre o que é aprendizagem, tampouco, como acessá-la. Algumas teorias, de cunho cognitivo (FISCHER, 2008; COMMONS e PEKKER, 2008), consideram a aprendizagem como a evolução do entendimento sobre determinada temática ou assunto. Desse modo, a partir delas, para se acessar o aprendizado deve-se utilizar instrumentos capazes de captar a evolução do entendimento dos sujeitos.

Nesse contexto, o constructo teórico entendimento se caracteriza por ser uma variável latente, a qual não se acessa diretamente, sendo evidenciada por meio de outras variáveis que podem ser observadas e mensuradas (BOND e FOX, 2007). É considerado, portanto, um traço latente o entendimento, a atitude, o conhecimento, as emoções ou qualquer outro atributo que não pode ser aferido diretamente e que só pode ser dimensionado a partir de uma inferência sobre o que se observa do indivíduo. A lógica que rege o modelo de variáveis latentes pressupõe que mudanças nessas variáveis resultam em mudanças nas variáveis observáveis (GOLINO e GOMES, 2015). A ligação entre as variáveis latentes e àquelas que podem ser observadas ocorre por meio de uma teoria que determina o que significam comportamentos específicos relacionados às variáveis.

Assim sendo, em um teste de conhecimento, a variável latente a ser acessada pode ser definida como o entendimento do estudante sobre determinado conteúdo. Já as variáveis observáveis referem-se as respostas dadas pelo sujeito aos itens do referido teste. No entanto, essa conexão não é estabelecida de forma trivial, fato que demanda a construção cuidadosa de instrumentos de medida confiáveis e fidedignos (GOLAFSHANI, 2003; RAYMUNDO, 2009).

Os testes de conhecimento, quando bem construídos e devidamente validados, são instrumentos eficientes para acessar o entendimento dos estudantes. Em pesquisas de natureza qualitativa são comuns testes baseados em itens discursivos, visto que por meio desses pode-se inferir sobre o raciocínio dos sujeitos. Todavia, a utilização de itens discursivos apresenta limitações, tais como: a dificuldade de escrita dos alunos, a quantidade de respostas e a subjetividade inerente às análises.

Em pesquisas de natureza quantitativa ou mista (quali-quant) a quantidade amostral necessária, na maioria das vezes, inviabiliza o uso de itens discursivos, o que a isenta das limitações inerentes a esse tipo de item, mas também a impossibilita de inferir sobre o raciocínio dos estudantes. Geralmente em pesquisas dessa natureza os instrumentos de coleta são formados por itens dicotômicos, de múltipla escolha ou

verdadeiro ou falso. Toda coleta de dados carrega consigo limitações, de modo que o pesquisador deve procurar métodos condizentes com a teoria adotada e refletir não apenas sobre as potencialidades, mas também acerca das limitações de sua metodologia e pesquisa.

Neste trabalho apresentamos uma alternativa para testes de conhecimento compostos por questões de múltipla escolha que possibilita ao pesquisador ter acesso ao raciocínio dos indivíduos: o teste em três camadas.

Teste em três camadas

O teste em três camadas surgiu a partir da preocupação de se criar instrumentos de avaliação que apresentassem um caráter formativo, de modo a incentivar os estudantes a questionar, refletir e entender os conceitos científicos. Seu objetivo é fazer com que os estudantes, por meio de questões em camadas, possam extrapolar a simples memorização de fatos básicos, o que normalmente é o foco dos testes de múltipla escolha tradicionais.

Nesse contexto, a ideia do desenvolvimento de testes em três camadas surge a partir dos resultados positivos obtidos no uso de testes de múltipla escolha que solicitavam aos estudantes uma justificativa para sua resposta (KIRBULUT e GEBAN, 2014).

Na construção desse teste, a primeira camada de cada item é constituída por uma questão de múltipla escolha que contempla o conteúdo que se deseja avaliar. As alternativas dessa camada devem ser construídas a partir de concepções espontâneas ou não científicas de áreas de conteúdo bem definidas e delimitadas (CETIN-DINDAR e GEBAN, 2011; TREAGUST, 1998, 2012).

A segunda camada é composta por um conjunto de explicações plausíveis que servem de justificativa para as alternativas apresentadas na primeira camada. Cada alternativa da primeira camada deve ter uma explicação correspondente na segunda camada (TREAGUST, 1998, 2012). A terceira camada, por fim, tem como objetivo avaliar o grau de confiança do estudante ao realizar sua marcação da primeira e segunda camadas.

O conteúdo abordado no teste deve ser determinado a partir do conhecimento científico já existente e delimitado por uma lista de objetivos. As concepções espontâneas ou não científicas dos alunos utilizadas na construção da primeira camada devem ser obtidas por meio da literatura já existente. Na falta desta, pode-se usar as respostas dos estudantes em sala, entrevistas não estruturadas com estudantes que já tiveram instrução formal sobre o conteúdo avaliado e questões discursivas sobre o tema (TAN, GOH, *et al.*, 2002; CALEON e SUBRAMANIAM, 2010; ERYILMAZ, 2010; CETIN-DINDAR e GEBAN, 2011; ARSLAN, CIGDEMOGLU e MOSELEY, 2012; TREAGUST, 1998, 2012; KIRBULUT e GEBAN, 2014).

Nesse cenário, o teste em três camadas pode ser utilizado de forma eficiente para um grande número de respondentes, permitindo aos pesquisadores acessar o raciocínio dos estudantes, sem que seja necessária a realização de entrevistas para distinguir entre o que representa concepções espontâneas e o que é falta de conhecimento desses alunos (CALEON e SUBRAMANIAM, 2010; ERYILMAZ, 2010; KIRBULUT e GEBAN, 2014).

Elaboração do teste

Nesse trabalho trazemos a elaboração do teste em três camadas a partir de duas perspectivas – 1 - construção de itens baseados em teoria e, 2 - adaptação de testes consolidados. Apresentamos um exemplo de cada uma dessas perspectivas: um referente ao conceito científico de Densidade e outro ao de Força.

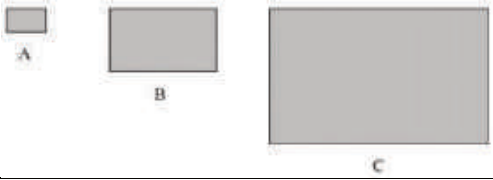
1 – Construção de itens baseados em teoria

A construção de teste em camadas a partir de uma teoria do conhecimento (Figura 1) foi feita tendo como base a teoria do perfil epistemológico de Gaston Bachelard (1979). A teoria do perfil epistemológico considera uma pluralidade de formas de entendimento dos conceitos científicos, segmentadas em zonas distintas, cada uma delas apresentando uma forma específica de compreensão da realidade.

Para a construção dos itens, inicialmente o conceito científico de densidade foi segmentado de acordo com as zonas do perfil epistemológico, para depois serem elaborados itens referentes à cada uma das respectivas zonas. Apresentamos aqui o exemplo de um item referente à zona do realismo ingênuo – primeira zona de acordo com a teoria de Bachelard, que diz respeito ao modo cotidiano como as pessoas operam com os conceitos científicos.

Uma associação muito comum nessa zona do perfil é a relação estabelecida entre densidade e tamanho ou forma dos objetos, que ocasiona afirmações cotidianas que associam erroneamente densidade à volume e/ou à massa. Visando acessar o entendimento dos estudantes acerca dessa associação, de modo a saber se eles estabelecem ou não essa relação e por quais razões, criamos a seguinte questão em três camadas.

Figura 1 – Item em três camadas construído a partir de uma teoria de conhecimento


<p>Considere as três chapas ao lado, cada uma com suas respectivas dimensões, todas formadas pelo mesmo material, à mesma temperatura.</p>				
1ª Camada	2ª Camada			
Com relação à densidade delas, podemos afirmar que:	Qual das seguintes explicações é o motivo de você ter marcado a resposta para a pergunta anterior?			
(A) A densidade da A é a menor. (B) A densidade da A é a maior. (C) A densidade das três é a mesma. (D) A densidade da B é a média da densidade da A e da C. (E) A densidade da C é o dobro da de B.	(A) Como B tem volume e massa intermediária em relação a A e C, sua densidade é a média dos valores de A e C. (B) Como as três são formadas pelo mesmo material, a densidade delas é a mesma. (C) Como A é a menor, ela é a mais leve, logo a menos densa. (D) Como a C tem aproximadamente o dobro do tamanho da B, sua densidade também segue essa relação. (E) Como A é a menor, a massa dela é mais concentrada, por isso ela é a mais densa.			
3ª Camada				
Quanto seguro(a) você se sente para dar as respostas das duas perguntas anteriores? “muito seguro (a)” [MS] / “seguro(a)” [S] / “neutro(a)” [N] / “inseguro(a)” [I] / “muito inseguro(a)” [MI]				
(A) MS	(B) S	(C) N	(D) I	(E) MI

Fonte: autores do artigo

2 – Adaptação de testes consolidados

Outra forma de elaborar teste em três camadas é utilizar questionários já consolidados, como o “Force Concept Inventory” (FCI), traduzido e validado por Fernandes e Talim (2009). O inventário contém 30 questões de múltipla escolha (com cinco alternativas cada) que acessam conhecimento intuitivo e/ou científico dos alunos em relação aos conceitos/ da Mecânica Newtoniana, mais especificamente ao conceito de Força. Na segunda camada de cada item, buscou-se utilizar concepções intuitivas e não científicas dos estudantes para construção alternativas que justificassem a marcação feita na primeira camada.

Figura 2 – Item em três camadas construído a partir do FCI

<p>Na figura, o estudante “a” tem uma massa de 95 kg e o estudante “b” tem uma massa de 77 kg. Os estudantes estão sentados de frente um para o outro em cadeiras de escritório idênticas. O estudante “a” coloca os seus pés nos joelhos do estudante “b”, conforme mostrado. O estudante “a” subitamente empurra com os pés, fazendo com que ambas as cadeiras se movam.</p>				
1ª camada		2ª camada		
Durante o impulso e enquanto os estudantes ainda estão em contato um com o outro:		Qual das seguintes explicações é o motivo de você ter marcado a resposta para a pergunta anterior?		
<p>(A) Nenhum estudante exerce uma força no outro. (B) O estudante “a” exerce uma força em “b”, mas “b” não exerce nenhuma força em “a”. (C) Cada estudante exerce uma força no outro, mas “b” exerce a força maior. (D) Cada estudante exerce uma força no outro, mas “a” exerce a força maior. (E) Cada estudante exerce a mesma força no outro.</p>		<p>(A) A força aplicada pelo corpo é inversamente proporcional a sua massa. (B) Não há forças atuando nos corpos porque nenhum dos dois ainda entrou em movimento. (C) Ainda que o estudante “a” seja responsável pelo impulso, ao exercer uma força no estudante “b”, ele também recebe uma força de mesmo valor. (D) Como o responsável pelo impulso é o estudante “a”, somente ele faz força sobre o estudante “b”. (E) Quanto maior a massa do corpo, maior a força aplicada por ele em suas interações.</p>		
3ª camada				
Quanto seguro(a) você se sente para dar as respostas das duas perguntas anteriores?				
<small>“muito seguro(a)” [MS] / “seguro(a)” [S] / “neutro(a)” [N] / “inseguro(a)” [I] / “muito inseguro(a)” [MI]</small>				
(A) MS	(B) S	(C) N	(D) I	(E) MI

Fonte: autores do artigo

É importante ressaltar que o FCI é, até hoje, um dos instrumentos mais utilizado e testado para avaliar as concepções Newtonianas sobre o movimento (HESTENES, WELLS e SWACKHAMER, 1992; MCDERMOTT e REDISH, 1999; LUANGRATH e PETTERSSON, 2007; LASRY, ROSENFELD, *et al.*, 2011). No entanto, sua aplicação sem a segunda camada não permite que identifiquemos se ao marcar a alternativa correta o estudante utilizou o raciocínio correto e nem diferenciar o raciocínio equivocado (como a utilização de uma concepção intuitiva não científica, por exemplo) da falta de conhecimento (ERYILMAZ, 2010).

O item escolhido para exemplificar a construção de um item a partir de um teste consolidado (Figura 2) aborda a Terceira Lei de Newton (Ação e Reação). A segunda camada apresenta explicações que permitem a identificação de concepções espontâneas dos estudantes tais como a de que o corpo que tem maior massa ou que “realiza a ação” exerce mais força sobre o outro.

Interpretação das respostas

Itens em três camadas permitem várias combinações de respostas por meio das quais é possível constatar a coerência do raciocínio do estudante. Considerando a primeira e a segunda camada são possíveis as seguintes situações (Quadro1):

Quadro 1 – Possibilidades de combinações de respostas entre a 1ª e 2ª camadas do teste

Combinação	1	2	3	4
1ª Camada	X	✓	X	✓
2ª Camada	X	X	✓	✓

A partir da relação entre a primeira e a segunda camada pode-se adicionar a terceira que versa sobre o grau de assertividade do estudante em suas respostas anteriores. Neste trabalho analisaremos duas possíveis combinações de respostas para essa camada – Seguro (para aqueles estudantes que marcaram a alternativa a e b) e Inseguro (para aqueles que marcaram d ou e).

A interpretação dessas combinações de respostas varia a depender de como as questões foram elaboradas. A seguir discorreremos acerca das interpretações que podem ser realizadas a respeito do entendimento dos estudantes, a depender de suas combinações de respostas para cada uma das perspectivas de construção de itens em três camadas abordadas neste trabalho.

1 – Itens baseados na teoria do perfil epistemológico

A questão apresentada como exemplo neste trabalho se refere à zona do realismo ingênuo (RI), sua função é evidenciar se o estudante iniciou a construção de seu perfil epistemológico para o conceito e se consegue discernir contextos para seu uso. Um acerto nesta questão, tanto na primeira quanto na segunda camadas (combinação 4) com segurança, pode ser interpretado como o início da construção de seu perfil epistemológico do conceito de densidade. O quadro a seguir (Quadro 2) sintetiza as possíveis interpretações de respostas.

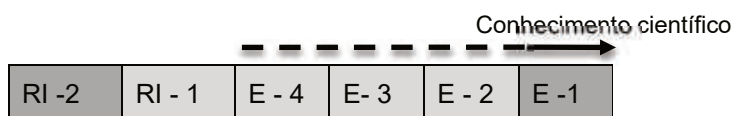
Quadro 2 – Interpretação das respostas dos itens baseados na teoria do perfil epistemológico

Combinação	Assertividade	Interpretação
1	Seguro	O estudante ainda não iniciou a construção de seu perfil epistemológico, opera na zona do realismo ingênuo (RI2)
	Inseguro	O estudante pode ter iniciado a construção de seu conhecimento sobre o conceito científico de densidade, visto que não está certo quanto a adequação de sua resposta. (RI1)
2	Seguro	Conhecimento em construção (E4). Apesar do estudante apresentar um entendimento que ultrapassa o realismo ingênuo, ele ainda não consegue justificar de forma adequada a sua resposta e não percebe isso.
	Inseguro	Conhecimento em construção (E3). Apesar do estudante apresentar um entendimento que ultrapassa o realismo ingênuo, ele ainda não consegue justificar de forma adequada a sua resposta, mas dispõe de algum nível de percepção quanto a isso.
3	Seguro	Conhecimento em construção (E4). Entretanto essa combinação de resposta é pouco esperada, sendo atribuída ao acerto ao acaso.
	Inseguro	Conhecimento em construção (E3). O estudante percebe de que está em dúvida quanto ao conhecimento.

4	Seguro	O estudante iniciou a construção de seu perfil epistemológico para o conceito de densidade (E1).
	Inseguro	Conhecimento em construção (E2). O estudante apresenta certo domínio do conceito, entretanto ainda não está seguro quanto a aplicação de seu conhecimento.

Para interpretação das combinações de respostas possíveis para essa questão adotamos a seguinte hierarquia:

Figura 3 – Hierarquia das possíveis interpretações



Essa hierarquia se baseia em dois extremos, nos quais estão situadas duas zonas do perfil epistemológico – RI -realismo ingênuo e E -empirismo. Entre essas duas zonas existem diferentes gradações que versam sobre o grau de conhecimento em construção dos estudantes.

2 – Itens adaptados de testes consolidados

No quadro a seguir apresentamos tanto as possíveis interpretações para as marcações da primeira e segunda camadas, quanto a articulação do conhecimento relacionada ao grau de confiança do estudante ao marcá-las.

Quadro 3 – Interpretação das respostas dos itens construídos a partir de testes consolidados

Combinação	Interpretação	Assertividade	Nível de Articulação
1	O estudante apresenta uma concepção não científica (concepção ingênua) do fenômeno apresentado, possuindo coerência de raciocínio.	Seguro	Conhecimento mais articulado
		Inseguro	Conhecimento menos articulado
2	O estudante possui algum conhecimento científico, no entanto não apresenta coerência de raciocínio	Seguro	Conhecimento mais articulado
		Inseguro	Conhecimento menos articulado
3	O estudante não possui conhecimento científico nem coerência de raciocínio, acertando ao acaso	Seguro	Não há articulação de conhecimento
		Inseguro	
4	O estudante apresenta um conhecimento científico sobre o tema inquirido, havendo coerência de raciocínio.	Seguro	Conhecimento mais articulado
		Inseguro	Conhecimento menos articulado

Essa interpretação nos permite: i) identificar quando os estudantes dão uma resposta cientificamente correta a uma determinada questão, utilizando para isso um raciocínio intuitivo e não científico ; ii) constatar que errar a resposta da questão não significa necessariamente possuir um raciocínio não científico (PESMAN e ERYILMAZ, 2010); iii) avaliar em que medida o estudante apresenta um conhecimento mais explicativo e em que medida ele apresenta um raciocínio causal. Por fim, ainda é possível diferenciar o uso de uma concepção intuitiva para escolha da resposta de uma situação de falta de conhecimento.

Considerações Finais

O uso de testes em três camadas em pesquisas da área de ensino traz vantagens tanto em relação aos testes de múltipla escolha, quanto aos itens discursivos. Testes de múltipla escolha, apesar de poderem ser aplicados facilmente para amostras grandes, não acessam o raciocínio dos estudantes; itens discursivos, apesar de permitirem o acesso à dimensão explicativa, apresentam um carácter subjetivo e demandam muito tempo para correção. Nesse cenário, testes em três camadas se apresentam como instrumentos em potencial para superar algumas das limitações desses dois formatos de testes.

Ademais, os testes em três camadas podem contribuir significativamente para um processo de avaliação formativo, pois apresentam uma possibilidade de diagnóstico mais detalhado em relação aos obstáculos do entendimento, ao nível de articulação do raciocínio e à metacognição. Ao apontar a justificativa para a sua resposta, o aluno permite ao professor identificar possíveis falhas de raciocínio conceitual que possam ter perpetuado no decorrer do processo de ensino, assim como fornecer informações importantes sobre o grau de coerência de seu pensamento acerca do fenômeno. Além disso, ao informar o grau de assertividade com o qual respondeu à questão, o estudante é obrigado a fazer uma metarreflexão sobre seu próprio conhecimento.

Neste trabalho apresentamos duas perspectivas para o uso do teste em três camadas. Consideramos que esse instrumento apresenta muito potencial para ampliar as informações acerca da aprendizagem dos estudantes por meio de testes de conhecimento, se constituindo como uma ferramenta relevante não só para a pesquisa, mas também para avaliação docente. Nessa última perspectiva, tais ferramentas possibilitam que os professores adequem suas aulas e metodologias para sanar possíveis concepções errôneas. Ademais, a construção e validação de testes em camadas pode contribuir fortemente para dar suporte à construção de uma base de instrumentos metodológicos, coerentes e objetivos, que possam subsidiar toda forma de acesso e avaliação de conhecimentos científicos de estudantes, em diferentes níveis de escolaridade. Essa certamente é uma contribuição importante para a pesquisa na área, pois possibilita interpretações mais robustas sobre os fenômenos educacionais, pautadas em dados mais fidedignos obtidos por instrumentos validados.

Referências

- ARSLAN, H. O.; CIGDEMOGLU, C.; MOSELEY, C. A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 11, p. 1667-1686, July 2012.
- BACHELARD, G. A. Filosofia do Não.. In: _____ **Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1979. p. 01-87.
- BOND, T. G.; FOX, C. M. **Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences**. 2ª. ed. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007.
- CALEON, I.; SUBRAMANIAM, R. Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Student's Understanding of Waves. **International Journal of Science Education**, v. 32, n.7, p. 939-961, 2010. ISSN DOI: 10.1080/09500690902890130.
- CETIN-DINDAR, A.; GEBAN, O. Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Istanbul (Turkey), v. 15, p. 600-604, 2011.

COMMONS, M. L.; PEKKER, A. Presenting the formal theory of hierarchical complexity. **World Futures: The Journal of New Paradigm Research**, p. 375-382, 2008. ISSN <https://doi.org/10.1080/02604020802301204>.

ERYILMAZ, A. Development and application of three-tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate students. **Eurasian Journal of Educational Research**, Eğitim Arastirmalari, v. 40, p. 53-76, 2010.

FERNANDES, S.; TALIM, S. L. **Tradução e Validação do Teste "Force Concept Inventory"**. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Física. Vitória: [s.n.]. 2009.

FISCHER, K. W. Dynamic cycles of cognitive and brain development: measuring growth in mind, brain and education. In: BATTRO, A. M.; FISCHER, K. W.; LÉNA, P. J. **The Educated Brain: Essays in Neuroeducation**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2008. p. 127-150.

GOLAFSHANI, N. Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. **The Qualitative Report**, Toronto, v. 8, n. 4, p. 597-607, dezembro 2003.

GOLINO, H. F. et al. **Psicometria Contemporânea: Compreendendo os Modelos Rasch**. São Paulo: Casapsi Livraria e Editora Ltda, 2015.

HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER. Force Concept Inventory. **Physics Teacher**, v. 30, 1992.

KIRBULUT, ; GEBAN,. Using Three-Tier Diagnostic Test to Assess Students' Misconceptions of States of Matter. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, Sanliurfa (TURKEY), v. 10, p. 509-521, July 2014. ISSN doi: 10.12973/eurasia.2014.1128a.

LASRY, N. et al. The puzzling reliability of the Force Concept Inventory. **American Journal of Physics**, v. 79, n.9, p. 908-912, September 2011. ISSN DOI: 10.1119/1.3602073.

LUANGRATH, P.; PETTERSSON, S. Adapting the force Concept Inventory to Lao Context (in Lao Language). **Scientific Journal of National University of Laos**, Laos, 2007. 117-128.

MCDERMOTT, L. C.; REDISH, E. F. Resource Letter: PER-1: Physics Education Research, v. 67, n. 9, p. 754-767, September 1999. ISSN doi: 10.1119/1.19122.

PESMAN, H.; ERYILMAZ, A. Development of a Three-Tier Test to Assess Misconceptions About Simple Electric Circuits. **The Journal of Educational Research**, v. 103, p. 208–222, 2010. ISSN ISSN: 0022-0671.

RAYMUNDO, V. P. Construção e validação de instrumentos: um desafio para a psicolinguística. **Letras de hoje**, Porto Alegre, v. 44, n. 3, p. 86-93, Julho/Setembro 2009.

TAN, K. C. D. et al. Development and Application of a Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n.4, p. 283-301, 2002.

TREAGUST, D. F. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 2, p. 159-169, 1998. ISSN DOI: 10.1080/0950069880100204.

TREAGUST, D. F. **Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention**. UniServe Science Assessment Symposium Proceedings. Bentley (Austrália): [s.n.]. 2012. p. 1-9.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA VIRTUAL E MATERIAL: AS ESTRATÉGIAS DOS ESTUDANTES PARA RESOLVER UMA TAREFA SOBRE PÊNDULO SIMPLES

INQUIRY ACTIVITY IN A VIRTUAL AND CONCRET ENVIROMENT: STUDENTS' STRATEGIES FOR SOLVING A SIMPLE PENDULUM TASK

Silvia Porto¹, Amanda Amantes²

¹Instituto Federal de Educação da Bahia/Departamento de Ensino/silviaporto@ifba.edu.br

²Universidade Federal da Bahia/Departamento de Física/amandaamantes@gmail.com

Resumo

Reportamos as estratégias utilizadas pelos estudantes na resolução de uma atividade investigativa sobre Pêndulo Simples em dois ambientes de ensino distintos: computacional e material. A intervenção ocorreu em dois *campus* do Instituto Federal da Bahia: Feira de Santana e Salvador. Contou com a participação de 137 estudantes do Ensino Médio Integrado dos cursos de Mecânica, Automação, Eletrotécnica e Edificações, que desenvolveram atividades e entregaram tarefas de lápis e papel. O método de análise utilizado foi a Análise de Conteúdo Explicativo. A partir dessa análise, foi construído um sistema categórico específico com quatro classes categóricas. Como resultados da análise foram encontradas diferenças em relação ao ambiente de ensino: as estratégias identificadas em função das classes categóricas apresentaram diferentes índices de frequência sendo a estratégia Avaliação de Solução a que apresentou maior índice de diferença entre os ambientes. Esse estudo é de caráter exploratório, e, portanto, apresenta limitações para inferências sobre causalidade.

Palavras-chave: Estratégias. Ambiente de ensino. Atividade investigativa.

Abstract

We report a research regarding to strategies used by students when they perform an inquiry task about Simple Pendulum content. Some students worked in a material environment, while others in a virtual environment. Research was applied at a Federal Public High School in Bahia, Brazil. The Inquiry task was carried out by 137 students, from the Mechanics, Automation, Electronics and Buildings courses. The activities required responses of pencil and paper type. We applied Explanatory Content Analysis for answers interpretation, designing a specific categorical system with four categorical classes to assess strategies. We found differences regarding to strategies used by students depending on environment, and the highest difference was found for the Solution Assessment Strategy. This study is of the exploratory type, therefore, it is not coherent to provide interpretations about causality.

Keywords: Strategies. Teaching environment. Investigative activity.

Introdução

Nesse trabalho apresentamos uma investigação sobre as estratégias utilizadas pelos estudantes para resolver uma atividade investigativa com conteúdo de Pêndulo Simples. Nosso intuito é identificar o modo *como* os estudantes operam em uma atividade dessa natureza em dois ambientes de ensino: um computacional

e o outro material. Consideramos que atividades de natureza investigativa possuem um elevado potencial na mobilização do raciocínio dos estudantes (BORGES, 2002; MILLAR, 2010). Concordamos também que, diante das diversas possibilidades de uso das tecnologias, os experimentos virtuais podem ser considerados uma ferramenta pedagógica em potencial. Contudo, é necessário verificar em que medida a aprendizagem nesse ambiente difere daquela desenvolvida no ambiente material, para que o uso de ambos seja otimizado em relação aos objetivos de ensino (WESENDONK; PRADO, 2015). Com essa perspectiva, foi elaborada uma Sequência de Ensino com Abordagem Investigativa (SEI) que foi aplicada em um ambiente computacional e em um ambiente material sendo analisada, nesse estudo, a estratégia dos estudantes para resolverem uma tarefa sobre a relação entre massa e período.

Atividades investigativas no laboratório de Física

Pesquisas têm apontado que o uso de atividades experimentais contribui significativamente para a aprendizagem de conteúdos de Física (WILCOX; LEWANDOWSKI, 2016; WESENDONK; PRADO, 2015). O tipo atividade investigativa tem se mostrado relevante para promover o envolvimento dos estudantes às tarefas científicas, visando promover a aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais em um processo de construção contínuo do conhecimento científico dos estudantes (CARVALHO, 2013).

O uso da atividade investigativa independe do tipo de laboratório utilizado para a aula prática. Para essa pesquisa foi utilizado o laboratório investigativo, o qual é composto por um problema que desafia os estudantes a elencar possíveis hipóteses, levando-os a desenvolver a capacidade de observar e descrever o fenômeno observado (HOHENFELD, 2013). Especificamente no ensino de conceitos físicos, essas atividades têm apresentado muitas são as contribuições. Para Zômpero (2011), as atividades investigativas inicialmente promovem o levantamento de hipóteses e, posteriormente, o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas. Dos variados tipos de laboratório, dois deles foram usados nessa pesquisa: o laboratório computacional, no qual os objetos de aprendizagem são protótipos virtuais de objetos reais, por exemplo, as simulações; e o laboratório material entendido enquanto espaço em que a manipulação dos objetos de aprendizagem ocorre de modo palpável (HOHENFELD, 2013).

Coleta de dados

Os dados dessa pesquisa foram coletados no decurso de uma aula prática de 50 minutos (execução da atividade experimental, discussão entre os participantes e o professor, e registro de possíveis respostas com lápis e papel). Os estudantes resolveram uma atividade de natureza investigativa sobre Pêndulo Simples cujo objetivo foi estabelecer a relação entre massa e período. Todos os estudantes já tinham assistido à aula expositiva sobre o conteúdo de Pêndulo Simples com seus respectivos professores da disciplina de Física.

A pesquisa foi aplicada em dois *campus* do Instituto de Educação Federal da Bahia: Feira de Santana e Salvador. A intervenção com a aplicação da atividade de natureza investigativa contou com a participação de 167 estudantes de turmas do 1º e 2º ano do Ensino Médio Integrado dos cursos de: Mecânica, Edificações, Eletrotécnica e Automação. Para o *campus* Feira de Santana contou-se com a participação de 95 estudantes e no *campus* Salvador teve-se a presença de 72

estudantes. Ao todo, foram 87 estudantes no ambiente computacional e 80 estudantes no ambiente material. Entretanto, as respostas da atividade reportada nesse estudo totalizaram 137 (30 deixaram de responder). O professor iniciou a aula expondo o problema proposto no quadro branco e, em seguida, apresentou o experimento para os estudantes (*kit* concreto ou simulação). Durante a execução da atividade, o professor deu suporte técnico e de conteúdo incentivando o desenvolvimento dos procedimentos a partir de questionamentos como: “*O que acontece com o período quando variamos a massa?*”, “*Como resolveu ou está resolvendo o problema?*”. Após a conclusão dos procedimentos experimentais, os estudantes dissertaram sobre o modo *com* resolveram o problema proposto. Apesar de a execução da atividade experimental ter sido em grupo de dois até seis participantes, o registro com lápis e papel ocorreu de modo individualizado. Desse modo, ao final da coleta de dados para esta pesquisa foram recolhidos 167 planos de respostas dos estudantes sendo que, para a questão analisada, somente 137 respostas foram coletadas.

Atividade Investigativa Elaborada Para a Pesquisa

O estudo reportado nesse artigo compreende a análise de uma das tarefas de uma atividade investigativa elaborada para o estudo de conceitos relacionados a Pêndulo Simples a ser aplicada em dois ambientes distintos: computacional e material. Foi escolhida uma simulação computacional no *site* https://phet.colorado.edu/pt_BR/ que tivesse componentes a serem manipulados da mesma forma que em um experimento concreto. Isso foi feito para que pudessemos minimizar, ao máximo, as diferenças de ações para realização de um experimento específico, uma vez que a intenção é diminuir as variáveis de influência aleatórias e identificar o efeito da manipulação de objetos concretos e virtuais. Dessa forma, foram elaborados roteiros que pudessem ser aplicados igualmente nos dois ambientes e, por isso, a simulação, embora apresentasse mais recursos para serem explorados, tinha os elementos necessários para a reprodução do experimento no ambiente material.

No ambiente material foi fornecido um *kit* concreto, disponível no laboratório de Física das Instituições. No ambiente computacional foi disponibilizada para os estudantes uma simulação computacional que pode ser utilizada usando programas *off-line* em mídias de memória auxiliar. Essas simulações reproduzem um fenômeno físico natural em computador possibilitando a reprodução de leis físicas e tendo como suporte linguagens de computadores do tipo *C++*, *Java* ou *Flash*, dentre outras. Os estudantes deveriam utilizar os *kits* disponíveis em cada um dos ambientes de ensino para investigar a relação entre o período de oscilação e a massa do Pêndulo Simples. Eles deveriam fazer um registro com lápis e papel das hipóteses levantadas, do modo como resolveram o problema e, por fim, de uma possível explicação/justificativa fenomenológica para o problema proposto. O problema colocado para os estudantes foi: “*Utilizando o experimento do Pêndulo Simples, investigue a relação entre o período de oscilação e a massa do pêndulo*”. Nesse estudo, será analisada as estratégias utilizadas pelos estudantes ao responderem à questão: “*Qual o modo como resolveram ao problema proposto?*”.

Sistema Categórico

A elaboração do sistema utilizado para avaliar as estratégias foi feita em função do conteúdo reportado nas respostas fornecidas pelos estudantes usando os

recursos lápis e papel. O sistema categórico conteve quatro categorias de respostas, que correspondem à respectiva estratégia de resolução de problema associada. Esse sistema categórico está explicitado no **Quadro 01**. Para cada categoria e subcategoria elencada, foram discriminados níveis categóricos que mantêm entre si um caráter hierárquico semelhante ao modelo estabelecido pela Escala Guttman (1944). Assim, para cada nível categórico de ordem superior existe níveis categóricos de ordem inferior contemplados por ele. O número de níveis categóricos elencados (representados por rubricas) dependeu da qualidade das respostas fornecidas pelos estudantes. Uma vez elaborado o sistema categórico, procedeu-se com uma análise específica a fim de responder à seguinte pergunta:

- Existe diferença nas estratégias utilizadas pelos estudantes no modo em que resolveram o problema proposto ao utilizarem dois ambientes distintos de ensino para executarem a atividade investigativa?

Quadro 01: Sistema categórico para fazer uma análise de conteúdo das respostas fornecidas pelos estudantes sobre o modo como resolveram ao problema da relação entre a massa e o período do Pêndulo Simples

CATEGORIA	EXPLICAÇÃO DA CATEGORIA	NÍVEIS	RUBRICA
Descritiva	Avalia a descrição do procedimento relatada pelo estudante (sem entrar no mérito do conteúdo)	Descreve somente os passos que realizou, sem se referir a grandezas testadas.	RD1
		Descreve os passos e nomeia as grandezas testadas.	RD2
		Descreve os passos, nomeia e descreve as relações que foram testadas.	RD3
Procedimental	Avalia a utilização das grandezas e as variações cabíveis	Variou somente a massa ou só o tempo, ou só o ângulo.	RP1
		Variou massa e tempo (duas grandezas)	RP2
		Variou massa, tempo e ângulo (três grandezas).	RP3
Algébrica	Avalia como o estudante realizou as medidas (1)	Fez apenas uma medida do período com diferentes massas.	RAM1
		Fez várias medidas do período para uma mesma massa, com massas diferentes.	RAM2
		Fez várias medidas do período para uma mesma massa, com massas diferentes e utilizou a média.	RAM3
		Fez apenas uma medida do período com diferentes massas, utilizou a média e explicou o porquê.	RAM4
	Avalia como o estudante realizou os cálculos (2)	Realizou os cálculos para encontrar o período de massas diferentes, com uma medida do período. Raciocínio correto, resposta equivocada.	RAC1
		Realizou os cálculos para encontrar o período de massas diferentes, com várias medidas do período. Raciocínio correto, resposta equivocada.	RAC2
		Realizou os cálculos para encontrar o período de massas diferentes, com uma medida do período. Raciocínio correto, resposta correta.	RAC3
		Realizou os cálculos para encontrar o	RAC4

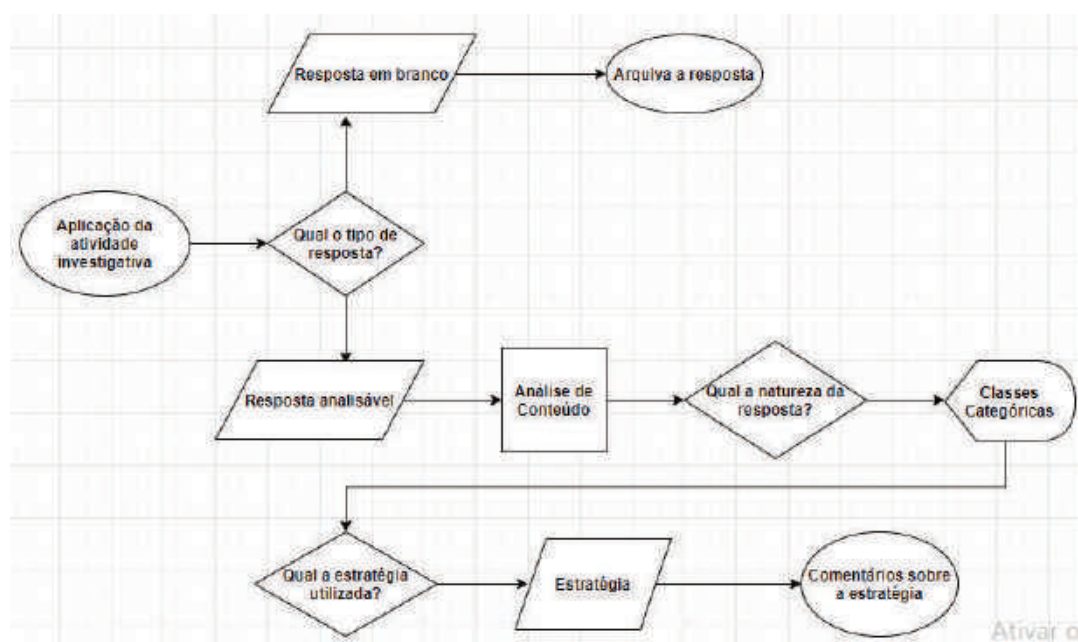
		período de massas diferentes, com várias medidas do período. Raciocínio correto, resposta correta.	
Interpretativa	Avalia como o estudante interpretou o experimento (explicar)	Somente explicitou o desafio sem fornecer explicação fenomenológica.	RI1
		Explicitou o desafio e forneceu explicações confusas e/ou equivocada.	RI2
		Retomou o desafio, explicitou corretamente a relação entre o comprimento e período de oscilação.	RI3
		Retomou o desafio, explicitou corretamente a relação entre o comprimento e período de oscilação e explicitou a independência da massa.	RI4

Fonte: Dados da pesquisa, 2019 – elaborado pelo compilador.

Análise e Resultados

Nesse trabalho apresentamos uma análise do conteúdo explicativo das respostas fornecidas pelos estudantes ao relatarem o modo como resolveram uma atividade investigativa sobre Pêndulo Simples. A **Figura 01** traz um modelo esquemático dos passos executados na análise das respostas dos estudantes.

Figura 01: Modelo esquemático dos passos executados na análise das respostas dos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2019 – elaborado pelo compilador.

Especificamente nessa análise, o tipo de estratégia utilizada pelo estudante será definida em função da classe categórica identificada a partir da análise de conteúdo aplicada nas respectivas respostas. Não será feita, nessa pesquisa, uma investigação do grau de complexidade em que cada estratégia se apresentou durante a resolução da atividade investigativa. O **Quadro 02**, a seguir, traz informações referentes aos índices de frequência das categorias elencadas no sistema categórico.

Quadro 02: Frequência dos critérios categóricos nos planos dos estudantes de acordo com o ambiente de ensino

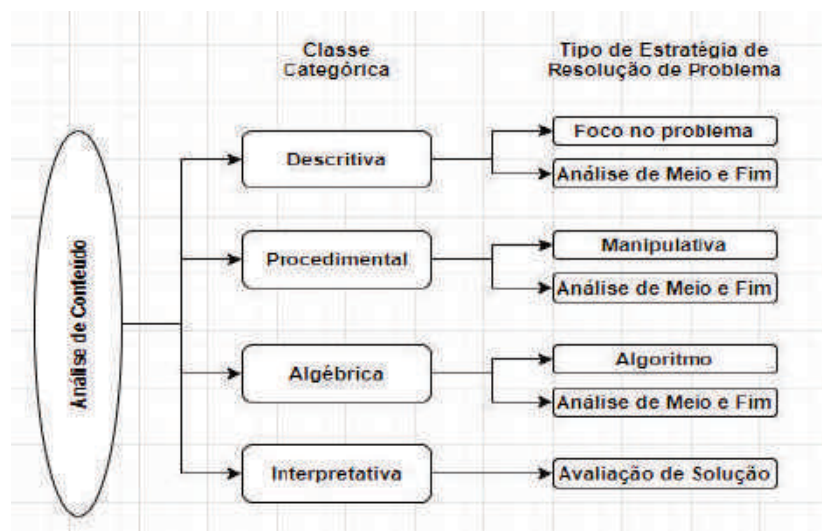
Problema	COMPUTACIONAL		MATERIAL	
	Categorias	% utilizaram	Categorias	% utilizaram
“Existe diferença nas estratégias utilizadas pelos estudantes no modo em que resolveram o problema proposto ao utilizarem dois ambientes distintos de ensino para executarem a atividade investigativa?”	Descritiva	74	Descritiva	82
	Procedimental	69	Procedimental	77
	Algébrica 1	49	Analítica	34
	Algébrica 2	32	Analítica	19
	Interpretativa	30	Interpretativa	4

Fonte: Dados da pesquisa, 2019 – elaborado pelo compilador.

Analisando o **Quadro 02** é possível verificar que houve maior diferença de frequência de respostas nos ambientes na classe *Interpretativa*, sendo maior a incidência no ambiente computacional. Isso é o primeiro indicativo de que esse tipo de ambiente pode favorecer maior interpretação fenomenológica do que o material. Também houve uma diferença considerável para a categoria *Algébrica*, mais contemplada no ambiente computacional. Já para as categorias *Descritiva* e *Procedimental* a maior incidência de respostas foi no ambiente material, ainda que não tenha sido muito grande a diferença e não conseguimos, por essa análise, avaliar o quão significativa foi essa diferença. Esse primeiro resultado nos indica que o ambiente material pode estar enfatizando mais alguns aspectos e habilidades no âmbito da descrição e da execução de ações procedimentais do que incentivando a interpretação e análise algébrica.

Procedendo com uma investigação do tipo de estratégia utilizada pelo estudante em função da classe categórica presente na resposta fornecida pelo mesmo, foram identificados cinco tipos de estratégias de resolução de problema: **Foco no Problema, Manipulativa, Algoritmo, Análise de Meio e Fim, e Avaliação de Solução**. A **Figura02** apresenta a correlação existente entre a classe categórica identificada e o tipo de estratégia associada.

Figura 02: Classe Categórica X Tipo de Estratégia de Resolução de Problemas



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Os estudantes que forneceram respostas de natureza **Descritiva**, 78% da amostra utilizaram a estratégia de resolução de problemas denominada de *Foco no Problema*. Essa estratégia está relacionada com o fato de o estudante fazer uma descrição, mesmo que sucinta, dos passos executados ao manipular o *kit* experimental. Os que forneceram respostas de natureza **Procedimental** apresentaram índice de frequência de 73% da amostra. Assim, um quantitativo grande de estudantes utilizou a estratégia *Manipulativa* a qual, evidencia-se no momento em que o estudante expressa um saber fazer, tomando decisões e realizando ações pensadas voltada para a resolução do problema proposto. Para buscar relações quantitativas entre as grandezas envolvidas, 68% da amostra fizeram uso de relações e expressões **Algébricas**. Do total de participantes, 42% da amostra evidenciaram como realizaram as medidas durante a atividade experimental, e 26% da amostra demonstraram como realizou os cálculos na busca por uma resposta satisfatória. Estes estudantes utilizaram a estratégia de resolução de problemas denominada de *Algoritmo*, relacionada com o modo em que o estudante procedeu com a realização das medidas experimentais e execução dos cálculos necessários durante o processo de resolução do problema. Os estudantes cujas respostas foram associadas simultaneamente às três categorias: Descritivas, Procedimental e Algébrica fizeram uso da estratégia de resolução de problema *Análise de Meios e Fim*, pois para cada uma das etapas da atividade foram tomadas decisões com o objetivo final de encontrar a resposta correta. A categoria **Interpretativa** apresentou um baixo índice de frequência, 17% da amostra. Logo, pode-se concluir que 83% dos estudantes tiveram dificuldade de utilizar a estratégia denominada de *Avaliação de Solução*, relacionada com a capacidade que o estudante tem em fazer um retrospecto com o objetivo de verificar em que medida a resposta obtida pode ser considerada como correta ou aceitável para o problema proposto.

Considerações Finais

Esse trabalho procurou investigar se existe diferença entre as estratégias de resolução de problemas pelos estudantes ao executarem uma atividade

experimental investigativa sobre Pêndulo Simples em dois ambientes distintos de ensino. Como todas as categorias tiveram índices de frequência das respostas relevantes, podemos inferir que nosso resultado reforça o argumento de que atividades investigativas proporcionam o pensar científico dos estudantes (CARVALHO, 2013). Apontamos ainda, algumas diferenças encontradas em relação ao ambiente: as estratégias diferiram em relação ao quantitativo de estudantes que as utilizaram. Ressaltamos que esse é um estudo exploratório e, portanto, limitado para aferir causalidade e evidências mais contundentes. Mesmo assim, os resultados mostram importantes indícios sobre a existência de diferenças de desenvolvimento de habilidades em distintos ambientes de ensino, o que impacta diretamente nas escolhas metodológicas para atender objetivos de ensino específicos.

Referências

- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.13, p. 291-313, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>. Acesso em: 02 jan. 2020.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning. 2013. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br>. Acesso em: 08 dez. 2019.
- GUTTMAN, L. A Basis for Scaling Qualitative Data. **American Sociological Review**, n. 9, p. 139-150, 1944.
- HOHENFELD, D. P. **A Natureza Quântica da Luz nos Laboratórios Didáticos Convencionais e Computacionais no ensino Médio**. 2013. Tese (Doutorado do Instituto de Física) – Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2013.
- MILLAR, R. Practical work. *In*: OSBORNE J.; DILLON, J. (eds.), **Good practice in science teaching**: What research has to say. 2nd ed. Maidenhead: Open University Press, 2010.
- ZÔMPERO, A. F. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011.
- WESENDONK, F. S.; PRADO, L. Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.10, n. 1, 2015.
- WILCOX, B. R.; LEWANDOWSKI, H. J. Open-ended versus guided laboratory activities: Impact on students' beliefs about experimental physics. **Phys. Rev. Phys. Educ. Res.** 12, 020132, 2016.

CONTRUTOS DA PROVA DE FÍSICA DO ENEM DE 2017 POR ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA

CONSTRUCTS OF THE ENEM PHYSICS ASSESMENT 2017 BY EXPLORATORY FACTORIAL ANALYSIS.

Renato Pacheco Villar¹, Maurício Urban Kleinke²

¹ UNICAMP / PECIM / Colégio Bandeirantes, renatopvillar@gmail.com

² UNICAMP / IFGW, kleinke@ifi.unicamp.br

Resumo

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é um dos maiores exames de larga escala do mundo. Este exame permite o estudo das correlações entre variáveis socioeconômicas e o desempenho dos candidatos. Apesar do desempenho apresentar relação forte com a classe social do candidato, a dependência é maior com o capital cultural que o candidato possui, o qual está fortemente associada ao nível de instrução de seus familiares. Os principais erros dos candidatos estão associados aos mais diversos fatores, o que dificulta na compreensão do construto da prova do ponto de vista dos estudantes. A análise fatorial exploratória pode ser utilizada quando não se possui uma teoria prévia ou evidências empíricas suficientes que explicitem como os itens de um determinado questionário/exame devem ser agrupados ou avaliados. Este trabalho tem como objetivo identificar as características associadas ao ensino de física presentes nos agrupamentos dos itens (fatores) por análise fatorial exploratória.

Palavras-chave: Análise Fatorial, Capital Cultural, Bourdieu

Abstract

The ENEM is one of the largest large-scale exams in the world. This exam allows the study of the correlations between socioeconomic variables and the candidates' performance. Although performance has a strong relationship with the candidate's social class, the dependence is greater on the candidate's cultural capital, which is strongly associated with the level of education of his family members. The main mistakes of the candidates are associated with the most diverse factors what difficulty in understanding the exam construct from the students' point of view. Exploratory factor analysis should be used when there is no previous theory or sufficient empirical evidence to explain how the items in a given questionnaire / exam should be grouped or evaluated. This work aims to identify the characteristics associated with the teaching of physics present in the groupings of the items (factors) by exploratory factor analysis.

Keywords: Factorial Analysis, Cultural Capital, Bourdieu.

Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é um dos maiores exames de larga escala do mundo. No ano de 2017 foram mais de 6 milhões de candidatos que

se inscreveram para a prova, dos quais cerca de 1,1 milhões eram concluintes do Ensino Médio e compareceram nos dois dias do exame (INEP, 2019). Alguns autores (MARCOS, 2016; KLEINKE, 2017; VILLAR, 2018) defendem que este exame se apresenta como um importante instrumento diagnóstico para investigar lacunas de aprendizagem no ensino de física a partir da análise dos itens e das alternativas erradas assinaladas pelos candidatos.

O ENEM permite também estudar correlações entre variáveis socioeconômicas e o desempenho dos candidatos (KLEINKE, 2017). Neste sentido, Nascimento (2018), reforça que diferenças socioeconômicas influem fortemente no desempenho dos candidatos, porém o efeito de ser detentor de um capital cultural alto pode compensar o efeito de possuir um capital econômico baixo. Bourdieu (2002) já apontava o impacto do fator cultural como crucial para explicar a desigualdade em meados do século XX

“O capital cultural constitui o elemento da bagagem familiar que teria o maior impacto na definição do destino escolar. [...] A posse do capital cultural favoreceria o êxito escolar, [...] porque propiciaria um melhor desempenho nos processos formais e informais de avaliação” (NOGUEIRA e NOGUEIRA, 2002)

Ou seja, apesar do desempenho apresentar relação forte com a classe social do candidato, a dependência é maior com o capital cultural que o candidato possui, o qual está fortemente associada ao nível de instrução de seus familiares.

As correlações entre desempenho e fatores associados ao ensino de física podem ser observadas de forma biunívoca ou, de maneira mais complexa, estabelecendo relações entre as diversas variáveis que compõe o universo de análise. Uma das ferramentas estatísticas para este tipo de análise é a análise fatorial exploratória (TABACHNICK, 2007). Esta ferramenta permite explicitar quais seriam as variáveis mais relevantes no padrão de resposta de um item de física para candidatos concluintes do ensino médio, agrupando os itens que “caminham juntos”, ou seja, apresentam a mesma estrutura subjacente. Isto permite reduzir um grande número de itens, por exemplo, as questões relativas à física na prova do ENEM, em agrupamentos menores (HONYOU, 2018). Segundo Brown (2006), a análise fatorial exploratória deve ser utilizada quando não se possui uma teoria prévia ou evidências empíricas suficientes que explicitem como os itens de um determinado questionário/exame devem ser agrupados ou avaliados.

O uso da análise fatorial exploratória é muito comum em questionários, para desenvolvimento, avaliação e refinamento de instrumentos psicológicos e sociais de avaliação (DAMÁSIO, 2012). Ela nos permite identificar traços latentes (fatores) em um questionário, agrupando itens com padrão de resposta semelhante a fim de identificar os construtos presentes (LAROS, 2005). De forma similar, esta técnica pode ser aplicada aos itens de uma prova para agrupar aqueles que são respondidos de forma similar pelo grupo analisado (DEVILLIS, 2016).

Isto posto, este trabalho tem como objetivo identificar as características associadas ao ensino de física presentes nos agrupamentos dos itens (fatores) por análise fatorial exploratória. Além disso, buscamos compreender as diferenças nos

construtos da prova de física em função da escolaridade dos pais dos candidatos (ensino fundamental, médio e superior). A pergunta de pesquisa deste trabalho é:

Quais as características similares dos itens que se agrupam por análise fatorial?

Metodologia

Foram analisados os candidatos concluintes do ensino médio que comparecerem nos dois dias de prova e que obtiveram nota maior do que zero na redação, sendo esse recorte formado por um total de 1.167.212 candidatos entre dos mais de 6 milhões de candidatos inscritos para a edição de 2017 do ENEM. Além disso, foram selecionados da prova de ciências da natureza deste ano 13 itens que necessitam de conceitos físicos para sua resolução.

Dada a forte relação entre desempenho escolar e Capital Cultural, separaremos os candidatos em função da escolaridade do pai e da mãe em três grupos: o primeiro com ambos os pais apenas com ensino fundamental completo (EF), o segundo com ensino médio (EM) e o terceiro os pais têm ensino superior (ES).

Utilizamos a análise fatorial exploratória nos 13 itens de física do ENEM, para criar agrupamentos de forma a analisar não mais os itens individualmente, mas agora as características associadas ao ensino de física dos agrupamentos gerados (fatores). Para caracterização dos itens, calculamos a taxa de acerto (ALAGUMALAI, 2005) e construímos os gráficos de frequência de escolha das alternativas em cada um dos grupos.

Resultados e discussão

Ao aplicar a análise fatorial exploratória para a prova de física do ano de 2017, observamos que, quando consideramos todos os candidatos concluintes do ensino médio, os 13 itens podem ser reduzidos a 4 agrupamentos de itens (fatores), apresentados a Tabela 1. Estes agrupamentos são fruto de padrões de respostas semelhantes dentro do conjunto analisado.

Tabela 1: Agrupamentos dos itens de física por análise fatorial e taxa de acerto

Questão	Fator	Taxa de acerto	Taxa de acerto média
Q103	1	0,407	0,475
Q93	1	0,548	
Q99	1	0,560	
Q123	1	0,385	
Q130	2	0,108	0,239
Q127	2	0,156	
Q111	2	0,453	
Q134	3	0,222	0,158
Q101	3	0,168	
Q125	3	0,085	
Q113	4	0,209	0,210
Q124	4	0,116	
Q108	4	0,307	

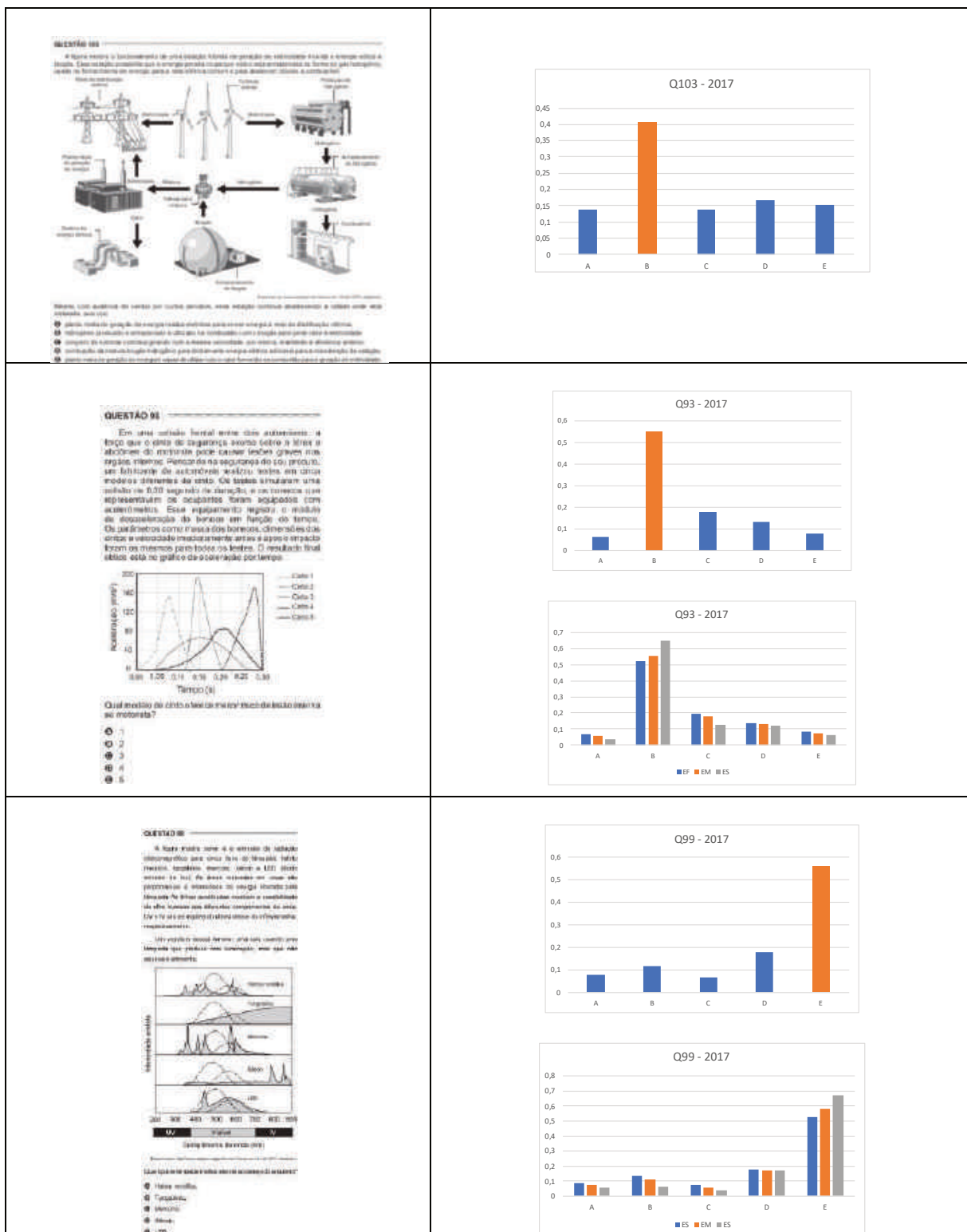
O fator 1 é o que apresenta a maior covariância entre itens e, portanto, que melhor representa o perfil médio da população analisada. Além disso, este agrupamento apresenta a maior taxa de acerto média. Vale a pena observar que os outros agrupamentos de itens apresentam taxa média de acerto baixa, próximas da resposta aleatória (0,2). Neste sentido, olharemos apenas para o fator 1, identificando as características associadas ao ensino de física dos itens que o compõe.

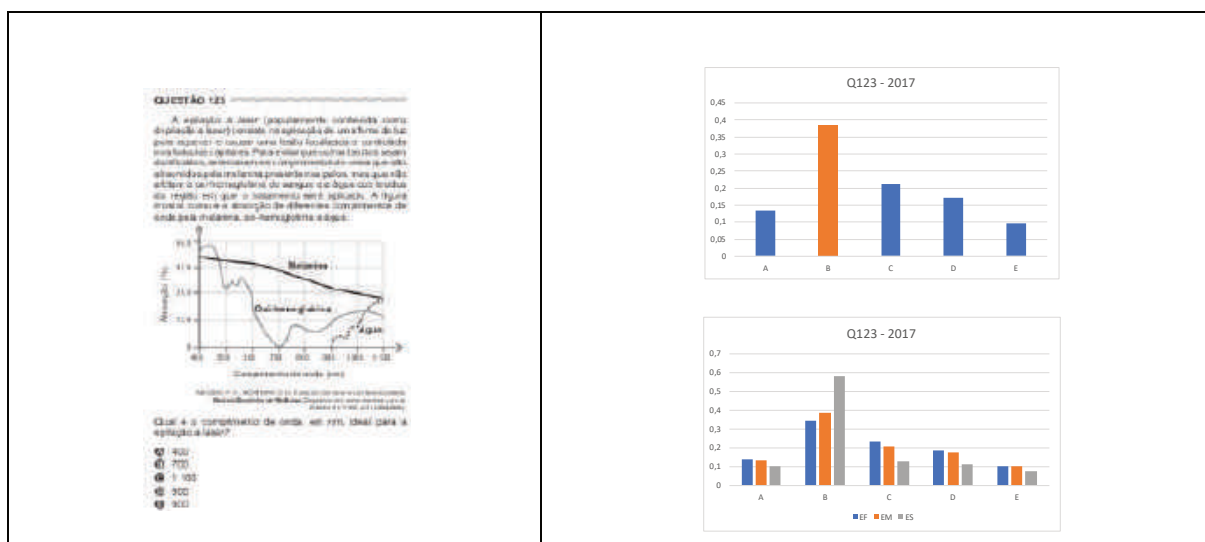
Ao analisarmos o fator 1 notamos que todos os itens são qualitativos e, para sua resolução, o candidato deve interpretar um texto e um gráfico ou figura. Estas características conduzem a um conjunto de itens associados a “leitura de gráfico/figura e texto”. Neste fator os itens não exigem do candidato manipulação de fórmulas nem resultados de manipulações numéricas/algébricas.

Nota-se que os itens de “leitura de gráfico/figura e texto” são o que apresentam a maior taxa de acerto entre os agrupamentos, porém o item Q111, do segundo agrupamento, apresenta índice de acerto maior do que os itens Q103 e Q123, o que indica que quantidade de acertos não é o que determina os agrupamentos e sim as correlações nos padrões de respostas entre os candidatos do grupo.

A seguir, apresentaremos os itens, assim como as respostas dadas nas alternativas para os grupos analisados. O primeiro gráfico de cada item corresponde a frequência de escolha das alternativas para todos os concluintes do ensino médio.

O segundo gráfico apresenta a frequência de escolha nas alternativas para os grupos EF, EM e ES, para investigar as diferentes percepções da prova.





Quadro 1: Questões que compõem o fator 1 e as frequências de escolha das alternativas.

Observa-se que todos os itens que compõem o agrupamento “leitura de gráfico/figura e texto” apresentam alta taxa de acerto, porém a distribuição das respostas depende da estrutura apresentada pelo item e dos conceitos físicos envolvidos. O item Q99, por exemplo, apresenta a maior taxa de acerto entre todos os itens de física. Ele faz uma comparação entre os espectros de emissão dos diferentes tipos de lâmpada e pergunta qual das lâmpadas apresenta a maior eficiência, sendo a resposta correta a lâmpada LED. Apesar de espectro de emissão ser um conceito físico complexo, a alternativa correta coincide com uma ideia do senso comum, já que é de conhecimento geral que lâmpadas de LED são mais econômicas e eficientes do que as demais, não sendo, portanto, necessária nem a leitura do gráfico para resolução da questão.

Percebe-se uma diferença clara na distribuição das alternativas do item Q103, que apesar de alto índice de acerto, é perceptível uma maior diferença entre a taxa de acerto dos grupos EF, EM e ES, o que indica que a resolução de uma questão interdisciplinar como esta depende do capital cultural do candidato.

Na busca por compreender como que os itens que compõem os agrupamentos variam entre os grupos analisados, aplicou-se a análise fatorial para as respostas aos itens de física do ENEM nos grupos EF, EM e ES (Tabela 2). Podemos observar que o nível de instrução dos pais interfere nos agrupamentos (fatores). No grupo ES observa-se que existem apenas 3 fatores e não 4, como no caso geral e nos grupos EF e EM. Quanto menor o número de fatores, maior a quantidade de itens por fator e, portanto, mais correlacionados são os itens da prova.

Além disso, a separação dos itens por fator no grupo ES sugere seguir uma lógica de agrupamento por nível de dificuldade dos itens, onde o fator 1 representa as questões fáceis, o fator 2 as intermediárias e o fator 3 as difíceis. Dos quatro itens que compunham o fator “leitura de gráfico/figura e texto”, três deles estão presentes no fator 1 de todos os grupos, quando analisados separadamente. Apenas o item Q123 não está presente no grupo EF.

Analisando o padrão de respostas, observa-se que no grupo EF apesar de a alternativa B ser a mais escolhida entre os candidatos, este item apresenta padrão de resposta mais próximo de aleatório, já que a diferença, para este grupo, entre a escolha pelas alternativas B, C e D, é pequena.

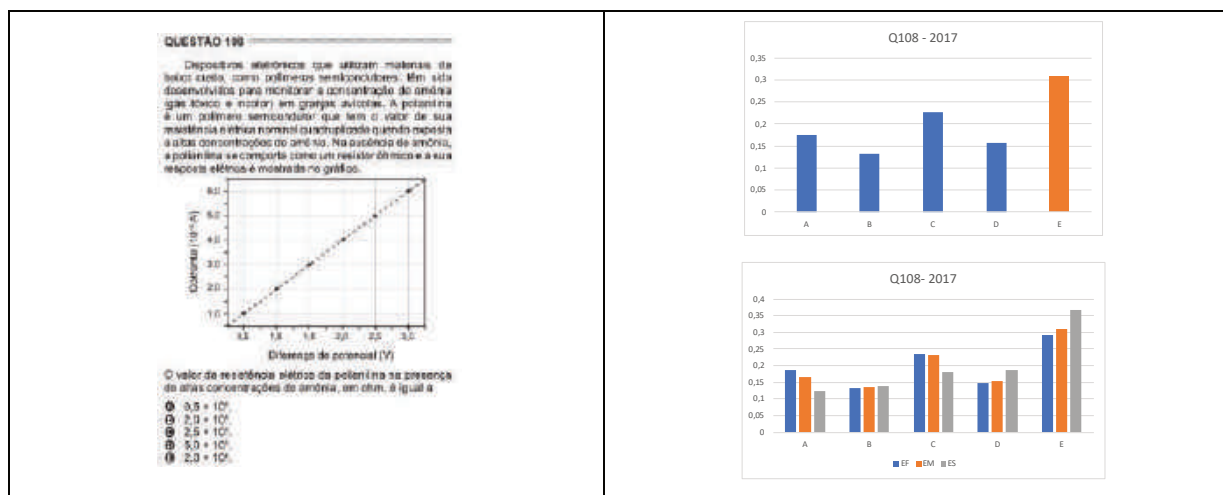
Tabela 2: Agrupamentos dos itens de física por análise fatorial e taxa de acerto dos grupos EF, EM e ES, respectivamente.

EF	Fator	Taxa de acerto	Taxa de acerto média
Q99	1	0,526	0,426
Q103	1	0,369	
Q93	1	0,519	
Q108	1	0,292	
Q130	2	0,087	
Q127	2	0,134	0,194
Q125	2	0,085	
Q111	2	0,471	
Q101	3	0,159	0,188
Q134	3	0,216	
Q113	4	0,200	0,220
Q123	4	0,342	
Q124	4	0,117	

EM	Fator	Taxa de acerto	Taxa de acerto média
Q103	1	0,414	0,484
Q99	1	0,581	
Q93	1	0,555	
Q123	1	0,386	
Q130	2	0,098	
Q127	2	0,156	0,237
Q111	2	0,457	
Q101	3	0,166	
Q134	3	0,217	0,154
Q125	3	0,078	
Q113	4	0,208	0,209
Q124	4	0,110	
Q108	4	0,309	

ES	Fator	Taxa de acerto	Taxa de acerto média
Q93	1	0,650	0,563
Q99	1	0,672	
Q103	1	0,548	
Q123	1	0,579	
Q108	1	0,368	
Q111	2	0,376	0,272
Q113	2	0,257	
Q127	2	0,235	
Q130	2	0,218	0,173
Q101	3	0,202	
Q134	3	0,254	
Q125	3	0,097	
Q124	3	0,138	

Além disso, para este grupo, observa-se a entrada do item Q108, que nos grupos ES e EM compõe o fator 2. Este item apresenta distratores diferentes para grupos diferentes, o que faz com que o padrão de resposta em cada grupo seja distinto. Este item exige, além da leitura de gráfico e texto, a aplicação da relação entre tensão e corrente em um circuito simples e perceber que o enunciado pede o quádruplo da resistência do gráfico. Observamos nas frequências das escolhas dos itens que ocorre uma inversão de preferência (padrão de respostas) entre os diferentes grupos, o que faz com que a análise fatorial agrupe este item em diferentes fatores nos diferentes grupos analisados.



Quadro 2: Item Q108 e as frequências de escolha das alternativas.

Neste item, a presença de manipulações de fórmulas torna o item com diferentes dificuldades entre os grupos EF, EM e ES. Na busca por itens potencialmente não geradores de desigualdades sociais Nascimento (2018) já destacava para este fato.

Conclusões

A análise fatorial se mostra como uma ferramenta importante no agrupamento dos itens da prova por semelhança de padrão de resposta dos candidatos. Esta

ferramenta pode auxiliar na identificação das principais dificuldades apresentadas pelos candidatos e identificação dos construtos da prova. Observa-se que a quantidade de fatores no grupo ES é menor do que nos demais grupos e que estes fatores apresentam maior coerência.

Observa-se ainda que, apesar de existir uma relação forte entre a taxa de acerto e o agrupamento dos itens, a taxa de acerto não é a característica que faz com que as questões se agrupem em um mesmo fator. A análise fatorial exploratória auxilia no processo de elucidar as diferentes dificuldades dos diferentes grupos ou até possíveis problemas na elaboração de itens. Como exemplo temos o Q108 que, para o grupo ES, é respondido com mesmo padrão de resposta dos demais itens do fator 1, o que não ocorre para os demais grupos.

Referências

ALAGUMALAI, Sivakumar; CURTIS, David D. Classical test theory. In: Applied Rasch measurement: A book of exemplars. Springer Netherlands, 2005.

BOURDIEU, P., A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. Escritos de Educação. (4a Ed.). Petrópolis: Vozes, 2002.

BROWN, T. A. Confirmatory Factor analysis for applied research. New York: The Guilford Press. 2006.

DAMÁSIO, Bruno Figueiredo. Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment, v. 11, n. 2, p. 213-228, 2012.

DEVELLIS, Robert F. Scale development: Theory and applications. Sage publications, p. 115-158. 2012.

INEP. Microdados ENEM 2017. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>, acesso 10 jan. 2020

LAROS, Jacob A. O uso da análise fatorial: algumas diretrizes para pesquisadores. Análise fatorial para pesquisadores, v. 1, p. 145, 2005.

MARCOM, Guilherme Stecca; KLEINKE, Maurício Urban. Análises dos distratores das questões de Física em Exames de Larga Escala. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 72-91, 2016.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro; CAVALCANTI, Cláudio; OSTERMANN, Fernanda. Uma busca por questões de Física do ENEM potencialmente não reprodutoras das desigualdades socioeconômicas. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 40, n. 3, e3402, 2018.

NOGUEIRA, C. M. M.; NOGUEIRA, M. A. A sociologia da educação de Pierre Bourdieu: limites e contribuições. Educação & Sociedade, v. 23, n. 78, p. 15-36, 2002.

TABACHNICK, Barbara G.; FIDELL, Linda S.; ULLMAN, Jodie B. Using multivariate statistics. Boston, MA: Pearson, 2007.

VILLAR, Renato P.; KLEINKE, Maurício U. Física experimental no ENEM: a influência da escolaridade dos pais. XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVII EPEF), Campos do Jordão, SP, 2018.

ANÁLISE DE CONCENTRAÇÃO DO ITEM PARA IDENTIFICAÇÃO DE DISTRATORES NO ENEM

ITEM CONCENTRATION ANALYSIS FOR IDENTIFICATION OF DISTRATORS IN ENEM

Renato Pacheco Villar¹, Maurício Urban Kleinke²

¹ UNICAMP / PECIM / Colégio Bandeirantes, renatopvillar@gmail.com

² UNICAMP / IFGW, kleinke@ifi.unicamp.br

Resumo

A análise quantitativa, a partir do uso de índices, no estudo de avaliações de larga escala tem sido utilizado para compreender características da prova, problemas educacionais, diferenças de rendimentos entre candidatos de grupos diferentes, entre outros. O uso de índices da teoria clássica dos testes (TCT) como o índice de facilidade do item (IFI) combinado com o índice de concentração do item (ICI) foi proposto por Bao e Redish (2001) e podem informar sobre características típicas de itens como existência de modelos múltiplos em um determinado conceito a partir de distratores fortes. Estes modelos múltiplos podem apontar para possíveis lacunas de aprendizagem, concepções alternativas dos alunos ou má formulação do item. Este trabalho tem como objetivo aplicar a combinação de índices propostos por Bao e Redish em itens do ENEM, na busca, por modelos errados a partir de itens com fortes distratores em diferentes grupos sociais.

Palavras-chave: Índice de Concentração, Capital Cultural, ENEM

Abstract

The quantitative analyses in the study of large-scale assessments has been used to understand the characteristics of the test, educational problems, differences in income between candidates from different groups, among others. The use of indexes of classical test theory as the score combined with the concentration factor was proposed by Bao and Redish (2001) and can inform about typical item characteristics as existence of multiple models in a given concept from strong distractors. These multiple models can point to possible learning gaps, alternative conceptions of students or poor formulation of the item. This work aims to apply the combination of indexes proposed by Bao and Redish in ENEM items, in the search for the wrong models from items with strong distractors in different social groups.

Keywords: Concentration Factor, Cultural Capital, ENEM

Introdução

A avaliação é uma prática presente em todos os campos da atividade humana. Segundo Vianna (1997), uma avaliação deve esclarecer controvérsias, diminuir dúvidas sobre falsos pressupostos e possibilitar ações que resultem da compreensão do objeto avaliado. As avaliações em larga escala surgiram no Brasil nos anos 90 e

hoje está consolidada em provas como ENEM, prova Brasil, entre outras (ALVES, 2013). O uso de índices para determinar o desempenho dos estudantes também podem ser utilizados para compreender diferenças sociais, analisar itens, compreender problemas na educação entre outros. Kleinke (2017), por exemplo, apresenta a relação entre o nível socioeconômico do candidato e seu desempenho no ENEM. Neste trabalho foi observado que o desempenho de alunos de classe alta é, em média, o dobro da classe baixa. Villar e Kleinke (2018) mostraram através dos índices que, em itens de física experimental, quando o contexto do item é mais próximo do aluno, o desempenho de todos os candidatos é melhor. Contudo, nestes itens, observa-se uma maior diferença no desempenho dos candidatos em função da escolaridade dos seus pais.

A escolaridade dos pais do candidato mostra-se um fator decisivo no sucesso dos candidatos, tanto na sua aprovação para o ensino superior, como na sua vida profissional posterior. Bourdieu (2002) introduz o conceito de capital cultural e destaca que apesar de o êxito escolar ter relação com a renda e classe social do candidato, diferentemente do que muitos afirmam, ele não está estritamente relacionado com a classe social do estudante. A carga cultural que o mesmo carrega, que está associada ao nível de instrução de seus familiares é muitas vezes mais decisivo, ou seja, segundo Bourdieu (2015) “a ação do meio familiar sobre o êxito escolar é quase exclusivamente cultural.”.

Diversos são os índices utilizados para estudar uma avaliação. Destacamos neste trabalho o índice de facilidade do item (IFI) e o índice de concentração do item (ICI) (ALAGUMALAI e CURTIS, 2005; BAO e REDISH, 2001).

O índice de facilidade do item é dado pela porcentagem de alunos que assinalam a alternativa correta do mesmo, ou seja, $\frac{n_i}{N} = \frac{\%}{100}$, onde n_i é o número de candidatos que escolheram a alternativa correta e N o número total de candidatos.

O índice de concentração do item (ICI) foi proposto por BAO e REDISH (2001) para quantificar quão espalhado em torno de uma alternativa é a resposta dos alunos

e é calculado da seguinte forma:
$$ICI = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m-1}} \cdot \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_i^2}}{N} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right)$$

Em que m é a quantidade de alternativas do item, N o número de candidatos da amostra e n_i o número de candidatos que escolheu uma determinada alternativa. Neste relação, quando todos os candidatos escolherem a mesma alternativa temos o valor máximo, ou seja, $ICI = 1$ e quando as m alternativas são escolhidas com a mesma frequência, temos o valor mínimo, $ICI = 0$.

A combinação de índices pode nos trazer mais informações sobre o item do que os índices trabalhados separadamente. Neste sentido, Bao e Redish (2001) propõe em seu trabalho a combinação os índices ICI e IFI e obter uma função do tipo

ICI(IFI) descrita por:
$$ICI(IFI) = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m-1}} \cdot \left(\sqrt{IFI^2 + \frac{\sum_{i=1}^{m-1} n_i^2}{N^2}} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right)$$

Podemos obter os limites superior e inferior desta função, e assim, obter a região possível onde os itens de uma prova como ENEM podem estar localizados num gráfico de ICI. X IFI. Quanto mais espalhado entre as 5 alternativas estiver a escolha dos candidatos, menor será o valor de ICI. Neste sentido, esta função apresenta o seu limite inferior quando todas as alternativas escolhidas, diferentes da correta, têm a

mesma frequência de escolha, isto é, cada uma das alternativas apresenta frequência $\frac{3-565}{7}$, ficando assim, com o termo dentro da raiz

$$! "#"$ + \frac{\sum (* +)}{\$} = ! "#"$ + 4 \cdot 0 \frac{1 - "#" \$}{4} 3$$

Substituindo na função e organizando os termos, ficamos com a função que descreve a curva dos valores mínimos: $ICI = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}-1} \cdot \left(\sqrt{\frac{5 \cdot IFI^2 - 2 \cdot IFI + 1}{4}} - \frac{1}{\sqrt{5}} \right)$.

Para o limite superior, temos a curva descrita por assinalação de apenas duas alternativas, a correta e mais uma, e frequência zero de escolha entre as demais alternativas. Matematicamente falando, temos apenas assinalada a alternativa IFI e uma segunda com frequência 1-IFI, o que modifica o termo dentro da raiz para $\sqrt{IFI^2 + \frac{\sum_{i=1}^4 n_i^2}{N^2}} = \sqrt{IFI^2 + (1 - IFI)^2}$, que substituindo na função e reorganizando os termos obtemos:

$$!" = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}-1} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot !, ! - 2 \cdot !, ! + 1} - \frac{1}{\sqrt{5}} \right) /$$

Estas funções de máximo e mínimo delimitam a região possível onde um item de uma prova de múltipla escolha pode se encontrar no gráfico de ICI x IFI.

Os autores sugerem ainda uma forma de classificar os itens de acordo com o padrão de respostas combinando os dois índices e determinando intervalos para IFI e ICI apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Categorias de IFI e ICI (BAO e REDISH, 2001)

IFI	Categoria	ICI	Categoria
0,0 – 0,4	Baixo (B)	0,0 – 0,2	Baixo (B)
0,4 – 0,7	Médio (M)	0,2 – 0,5	Médio (M)
0,7 – 1,0	Alto (A)	0,5 – 1,0	Alto (A)

Combinando o ICI com o IFI podemos identificar diferentes padrões de respostas. Caso as respostas estejam concentradas apenas em uma resposta, chamaremos de modelo único (correto ou incorreto). Caso as respostas estejam divididas principalmente em duas alternativas, uma correta e uma errada, temos um exemplo de dois modelos dominantes (dois errados ou um certo e um errado). Caso as respostas estejam distribuídas em mais alternativas, os autores classificam como se não existisse nenhum modelo predominante.

Tabela 2: Implicação da combinação do IFI com o ICI.

	IFI-ICI	Implicação dos padrões de resposta
Modelo único	A-A	Um modelo correto
	B-A	Um modelo errado
Dois modelos	B-M	Dois modelos, prevalecendo o errado
	M-M	Dois modelos – prevalecendo o certo
Múltiplos modelos	B-B	Respostas aleatórias

As regiões descritas na Tabela 2 estão apresentadas no Gráfico 1.

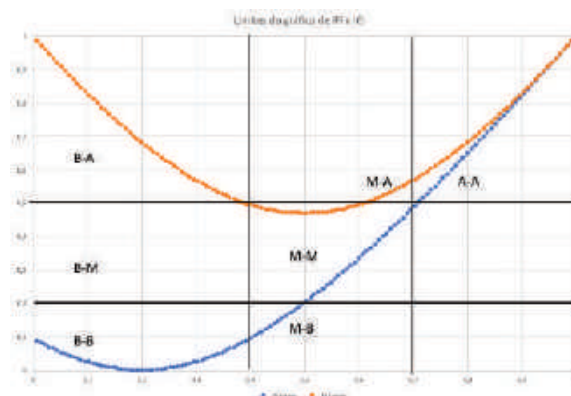


Gráfico 1: Combinação do IFI com ICI com as regiões: um modelo, dois modelos ou múltiplos modelos.

Este trabalho tem como objetivo aplicar a ferramenta que relaciona o ICI com IFI para facilitar a identificação de distratores em itens de provas de múltipla escolha, destacando aqueles cujos distratores são mais fortes do que a alternativa correta. Neste sentido, pretende-se responder a seguinte pergunta de pesquisa:

Como a relação entre os índices ICI e IFI podem contribuir explicitação de lacunas de aprendizagem a partir de da identificação distratores fortes nos itens de múltipla escolha na prova do ENEM?

Metodologia

Calculamos os índices IFI e ICI para as questões do ENEM de 2013 para os candidatos concluintes do ensino médio que não foram desclassificados (não zeraram a redação ou a prova de algum dos dias), o que nos fornece um total de 1.190.007 candidatos e, posteriormente, dos candidatos deste grupo cujos pais tem ensino superior completo (100.701 candidatos). Distribuimos os itens no gráfico de IFI x ICI para ambos os grupos analisados e classificamos cada item de acordo com os critérios propostos por Bao e Radish (2001). Por fim, contamos em quantos itens o padrão de respostas dos alunos é compatível com um modelo único, dois modelos e aleatório e analisamos os itens de física de cada região, buscando identificar as possíveis causas das escolhas.

Para ilustrar o ganho em utilizar a combinação de índices na identificação de padrões de resposta, utilizamos itens do ENEM que obtiveram mesmo valor para o IFI, mas valores distintos de ICI. Além disso, alguns itens de física selecionados para ilustrar o comportamento das respostas dos alunos em cada uma das regiões propostas por Bao e Radish (2001).

Resultados e Discussões

Calculamos os índices ICI e IFI para os itens da prova de ciências da natureza do ENEM de 2013 para todos os concluintes do ensino médio e para os concluintes do ensino médio cujos pais têm ensino superior completo (tabela 3) e plotamos o gráfico ICI x IFI para cada um dos casos (Gráfico 2 e Gráfico 3).

Tabela 3: Classificação dos itens do ENEM 2013 a partir da combinação de IFI e ICI nos concluintes do ensino médio e nos concluintes do ensino médio cujos pais têm ensino superior completo

Item	IFI	ICI	Padrão de resposta	Padrão de respostas	IFI – alta escolaridade	ICI alta escolaridade	Padrão de resposta – alta escolaridade	Tipo de questão – alta escolaridade
Q46	0,144	0,027	B-B	Aleatórias	0,150	0,106	B-B	Aleatórias
Q47	0,293	0,048	B-B	Aleatórias	0,448	0,146	M-B	Múltiplos modelos
Q48	0,185	0,143	B-B	Aleatórias	0,260	0,217	B-M	Dois modelos errados
Q49	0,202	0,018	B-B	Aleatórias	0,324	0,045	B-B	Aleatórias
Q50	0,389	0,137	B-B	Aleatórias	0,624	0,384	M-M	Dois modelos
Q51	0,346	0,087	B-B	Aleatórias	0,603	0,371	M-M	Dois modelos
Q52	0,568	0,292	M-M	Dois modelos	0,745	0,561	A-A	Resposta correta
Q53	0,380	0,081	B-B	Aleatórias	0,645	0,409	M-M	Dois modelos
Q54	0,168	0,002	B-B	Aleatórias	0,342	0,052	B-B	Aleatórias
Q55	0,247	0,027	B-B	Aleatórias	0,275	0,034	B-B	Aleatórias
Q56	0,116	0,336	B-M	Dois modelos	0,188	0,368	B-M	Dois modelos
Q57	0,114	0,041	B-B	Aleatórias	0,156	0,095	B-B	Aleatórias
Q58	0,214	0,013	B-B	Aleatórias	0,299	0,064	B-B	Aleatórias
Q59	0,162	0,062	B-B	Aleatórias	0,288	0,106	B-B	Aleatórias
Q60	0,420	0,132	M-B	Múltiplos modelos	0,472	0,202	M-M	Dois modelos
Q61	0,277	0,097	B-B	Aleatórias	0,323	0,168	B-B	Aleatórias
Q62	0,328	0,066	B-B	Aleatórias	0,377	0,100	B-B	Aleatórias
Q63	0,320	0,063	B-B	Aleatórias	0,615	0,364	M-M	Dois modelos
Q64	0,208	0,080	B-B	Aleatórias	0,191	0,116	B-B	Aleatórias
Q65	0,184	0,035	B-B	Aleatórias	0,265	0,028	B-B	Aleatórias
Q66	0,180	0,002	B-B	Aleatórias	0,233	0,010	B-B	Aleatórias
Q67	0,410	0,140	M-B	Múltiplos modelos	0,508	0,278	M-M	Dois modelos
Q68	0,242	0,010	B-B	Aleatórias	0,304	0,029	B-B	Aleatórias
Q69	0,226	0,026	B-B	Aleatórias	0,377	0,076	B-B	Aleatórias
Q70	0,766	0,593	A-A	Correto	0,900	0,822	A-A	Correto
Q71	0,225	0,035	B-B	Aleatórias	0,304	0,047	B-B	Aleatórias
Q72	0,134	0,054	B-B	Aleatórias	0,159	0,039	B-B	Aleatórias
Q73	0,196	0,070	B-B	Aleatórias	0,296	0,081	B-B	Aleatórias
Q74	0,154	0,092	B-B	Aleatórias	0,223	0,078	B-B	Aleatórias
Q75	0,075	0,137	B-B	Aleatórias	0,126	0,059	B-B	Aleatórias
Q76	0,199	0,031	B-B	Aleatórias	0,213	0,258	B-M	Dois modelos
Q77	0,205	0,033	B-B	Aleatórias	0,250	0,050	B-B	Aleatórias
Q78	0,333	0,052	B-B	Aleatórias	0,463	0,171	M-B	Múltiplos modelos
Q79	0,195	0,054	B-B	Aleatórias	0,206	0,013	B-B	Aleatórias
Q80	0,363	0,104	B-B	Aleatórias	0,626	0,393	M-M	Dois modelos
Q81	0,252	0,065	B-B	Aleatórias	0,408	0,155	M-B	Múltiplos modelos
Q82	0,348	0,100	B-B	Aleatórias	0,426	0,148	M-B	Múltiplos modelos
Q83	0,122	0,046	B-B	Aleatórias	0,125	0,053	B-B	Aleatórias
Q84	0,373	0,124	B-B	Aleatórias	0,638	0,395	M-M	Dois modelos
Q85	0,148	0,073	B-B	Aleatórias	0,180	0,089	B-B	Aleatórias
Q86	0,204	0,004	B-B	Aleatórias	0,220	0,018	B-B	Aleatórias
Q87	0,150	0,031	B-B	Aleatórias	0,128	0,094	B-B	Aleatórias
Q88	0,139	0,414	B-M	Dois modelos errados	0,311	0,305	B-M	Dois modelos errados
Q89	0,388	0,115	B-B	Aleatórias	0,378	0,108	B-B	Aleatórias
Q90	0,422	0,138	M-B	Múltiplos modelos	0,683	0,467	M-M	Dois modelos

É possível observar nos gráficos que os itens concentram-se principalmente na região de respostas aleatórias para ambos os grupos, porém isso é mais evidente quando analisamos as respostas de todos os candidatos. Este resultado é esperado devido a grande quantidade de candidatos analisados e com perfis muito distintos.

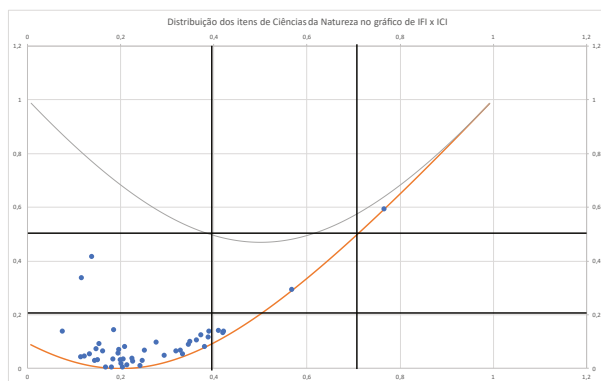


Gráfico 2: Resposta aos itens de ciências da natureza dos candidatos concluintes do ensino médio

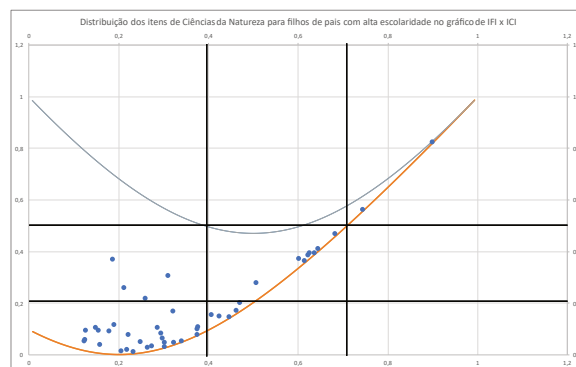


Gráfico 3: Resposta aos itens de ciências da Natureza dos candidatos concluintes do ensino médio cujos pais têm ensino superior.

Verifica-se na Tabela 4 que aproximadamente 87% dos itens de ciências da natureza do ENEM são respondidos de forma aleatória pelos alunos concluintes do ensino médio. Apenas 1 item entre os 45 é respondido de acordo com o modelo único correto. Este item corresponde a um item de Biologia em que toda a informação para responder o item encontra-se no enunciado, não sendo necessário conhecimento prévio para sua resolução, apenas interpretação de texto e diagrama.

Tabela 4: quantidade de itens em cada categoria para os grupos analisados

Concluintes do ensino Médio	Respostas aleatória		Dois modelos		Modelo único	
	Aleatória	Múltiplos modelos errados	Errado	Certo	Certo	Errado
Total	39	3	2	1	1	0
Pais com ensino superior	26	4	4	8	2	0

Quando analisamos o grupo de estudantes concluintes do ensino médio cujos pais têm ensino superior completo, verificamos que o número de questões respondidas de forma aleatória cai para aproximadamente 58% do total. Neste grupo, percebe-se um deslocamento das questões para as demais regiões onde o IFI é maior. Percebe-se neste grupo que a prova tem como padrão de resposta mais modelos corretos do que no grupo anterior.

Para ilustrar a vantagem de se utilizar a combinação dos índices na análise dos itens, utilizaremos os itens Q56 e Q57, que apresentam valores semelhantes de IFI, porém ICI distinto. Enquanto a questão Q56 é classificada como dois modelos (errado prevalecendo), a questão Q57 apresenta padrão de respostas aleatória. As questões devem ser analisadas de forma distinta, já que uma possui um distrator muito forte enquanto na outra diversos modelos são utilizados. Rodrigues (2014) aponta que o item Q57 apresenta erros conceituais de física e, portanto, não apresenta resposta correta. Este pode ser um motivo que explique a dispersão das respostas nas alternativas erradas.

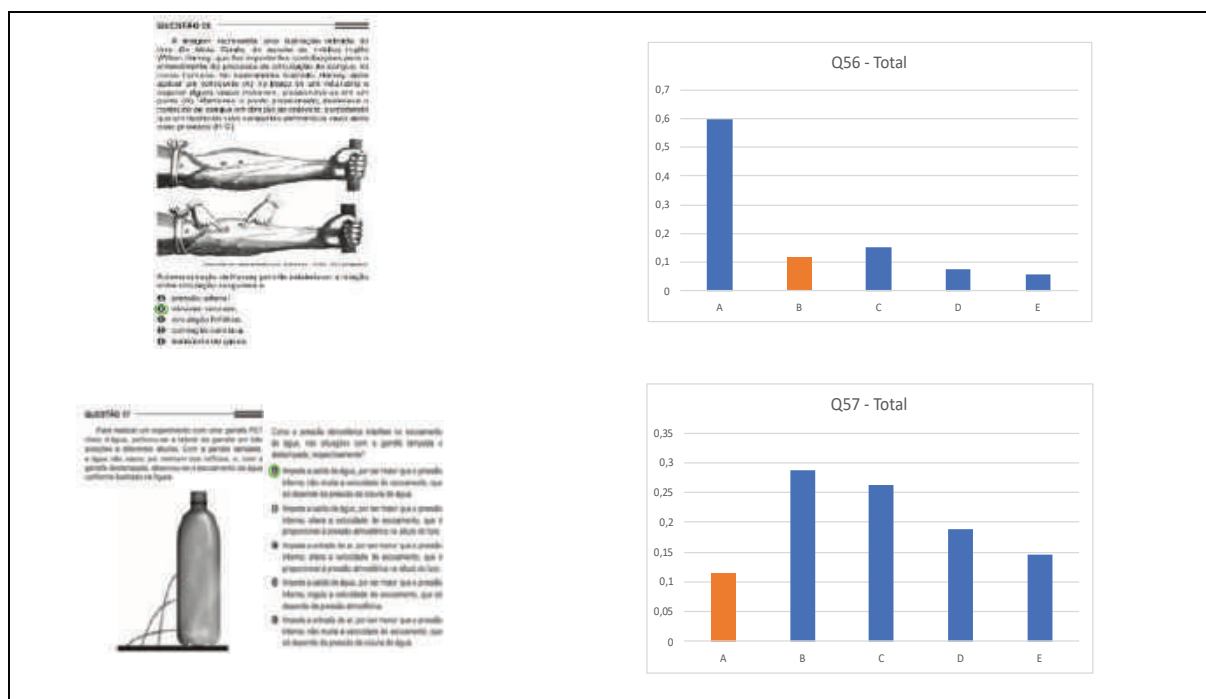


Figura 1: Itens Q56 e Q57 com as frequências de escolha das alternativas pelos candidatos concluintes do ensino médio.

O item Q52 apresenta um ICI próximo ao item Q56, porém o comportamento do padrão de respostas é completamente diferente. Neste caso, a alternativa correta (modelo correto) é o mais escolhido entre as alternativas, aparecendo para o grupo de concluintes do ensino médio, as alternativas C e D como modelos fracos, ou seja, distratores fracos. Quando analisamos no grupo de alunos com pais com ensino superior completo estas alternativas praticamente zeram, sendo o item classificado como “Um modelo” para este grupo.

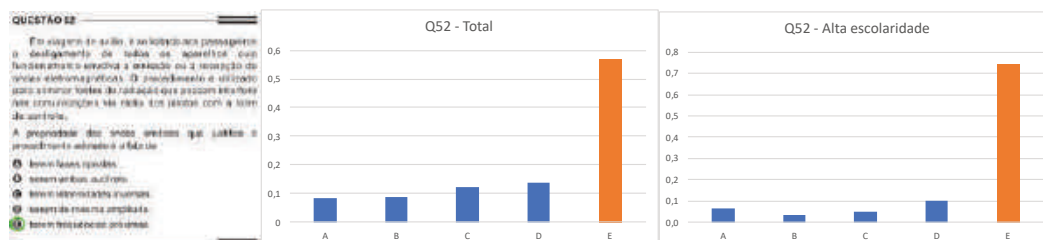


Figura 2: Q52 e as frequências de escolhas nas alternativas para os concluintes do ensino médio e concluintes cujos pais têm ensino superior completo

Por fim, para ilustrar uma questão onde o padrão de resposta dos candidatos está concentrado em dois modelos, com o modelo errado prevalecendo, utilizaremos o item Q48. Neste item Villar e Kleinke (2018) já destacaram que a preferência pela alternativa D pode estar associada ao senso comum de que objetos escuros esquentam mais do que claros, permanecendo quente por mais tempo. Além disso, quando observamos o padrão de resposta de todos os concluintes do ensino médio, observamos que a resposta correta E, apresenta aproximadamente a mesma frequência de escolha que a alternativa B, o que classifica este item neste grupo como padrão de resposta aleatória, diferentemente do grupo de alta escolaridade, que o modelo correto aparece com uma frequência maior.

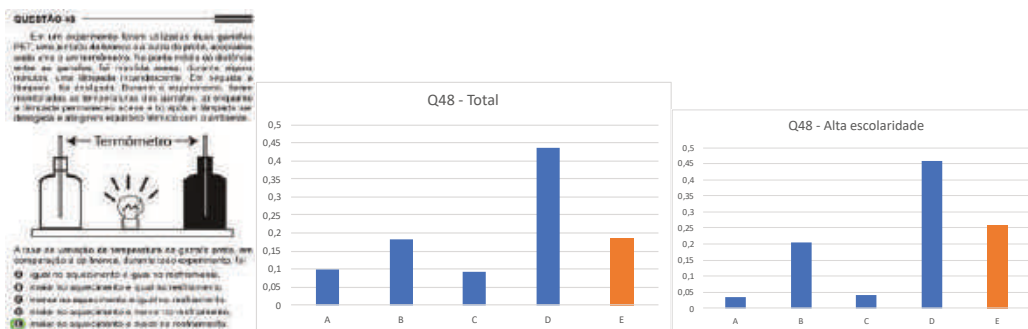


Figura 3: Q48 e as frequências de escolhas nas alternativas para os concluintes do ensino médio e concluintes cujos pais têm ensino superior completo

Conclusão

Existem regiões características no gráfico de ICI x IFI em que é possível identificar com facilidade itens em avaliações com distratores fortes. Destacamos que saber apenas a taxa de acerto de um item através da IFI não nos fornece informação suficiente para aferir lacunas de aprendizagem ou possíveis falhas na elaboração do item. Neste sentido, podemos concluir que relação entre os índices ICI e IFI podem contribuir identificação de distratores fortes nos itens de múltipla escolha.

Itens que se encontram na região “B-A” apresentam um distrator muito forte, ou seja, um modelo errado predominante. Itens na região “B-M” apresenta um ou mais distratores mais fortes do que a alternativa correta, porém a escolha está espalhada entre as alternativas. Já na região “A-A” observamos alta concentração nas respostas, assim como na região “B-A”, porém, ao invés de um distrator forte, a escolha pelo modelo correto é predominante. Por fim, na região “M-M”, onde os itens apresentam alta frequência na alternativa correta, mas distratores igualmente procurado pelos estudantes.

Referências

- ALVES, Maria T. G. A.; SOARES, José F. Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 177-194, jan./mar. 2013.
- ALAGUMALAI, Sivakumar; CURTIS, David D. Classical test theory. In: *Applied Rasch measurement: A book of exemplars*. Springer Netherlands, 2005. p. 1-14.
- BAO, Lei; REDISH, Edward F. Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. *American Journal of Physics*, v. 69, n. S1, p. S45-S53, 2001.
- BOURDIEU, P., A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. *Escritos de Educação*. (4a Ed.). Petrópolis: Vozes, 2002.
- BOURDIEU, P. A. *Escritos de educação*. NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (org.). 16. ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2015
- KLEINKE, M. U. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do ENEM 2012. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 2, e2402, 2017.
- RODRIGUES, E. V. Uma revisão da questão da garrafa PET da prova do ENEM 2013. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 2, p. 411-418, ago. 2014.
- VIANNA, Heraldo M. *Avaliação educacional e o avaliador*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 1997.
- VILLAR, Renato P.; Kleinke, Maurício U. Física experimental no ENEM: a influência da escolaridade dos pais. *XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVII EPEF)*, Campos do Jordão, SP, 2018.

TECNOLOGIAS DIGITAIS: USO DO PHET NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA

DIGITAL TECHNOLOGIES: USING PHET IN ELECTRODYNAMICS' TEACHING

Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá/ Colegiado de Física/campus Macapá,
argemiro.bastos@ifap.edu.br

Resumo

A reprodução de experimentos científicos em laboratório é frequentemente difícil, devido ao número de alunos por turma, insuficiência de equipamentos ou à incompatibilidade do tempo necessário à realização dos experimentos. Por outro lado, o medo de manusear circuitos elétricos é sem dúvida uma das causas do baixo rendimento dos alunos em eletricidade. Diante dessa perspectiva, propusemos o desenvolvimento de roteiros experimentais de Eletrodinâmica utilizando os simuladores virtuais do PhET (Physics Education Technology Project), da Universidade do Colorado (EUA) como metodologia de ensino. O objetivo da atividade foi utilizar a simulação como ferramenta facilitadora da aprendizagem sobre o funcionamento de um circuito elétrico. A proposta foi aplicada a alunos do 3º ano do Curso Técnico de Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá e envolveu a interação em um ambiente virtual, tendo como suporte conceitos decorrentes da perspectiva de Vygotsky. Para a construção e análise de dados trabalhou-se com levantamento bibliográfico, coleta de dados por meio de testes, roteiro de entrevista e observação in loco. A atividade contribuiu para fortalecer uma visão construtivista do processo de aprendizagem, destacando o forte envolvimento dos alunos na construção do conhecimento ao integrar ideias prévias às ferramentas de aprendizagem. Os resultados obtidos indicaram boa aceitação da proposta, na medida em que o uso da tecnologia teve um sentido transformador na prática pedagógica, ou seja, que o PhET não foi usado simplesmente para reproduzir o modelo tradicional de ensino, mas para criar situações de aprendizado sobre Eletrodinâmica.

Palavras-chave: Circuitos Elétricos; Simuladores; Eletrodinâmica; Ensino de Física; Lei de Ohm.

Abstract

The scientific experiments reproduction in the laboratory is often difficult, due to the number of students per class, insufficient equipment or the time incompatibility required to carry out the experiments. On the other hand, the fear of handling electrical circuits is undoubtedly one of the causes of students' low performance in electricity. Given this perspective, we proposed the development of experimental Electrodynamics scripts using PhET (Physics Education Technology Project) virtual simulators as a teaching methodology. The activity aimed to apply simulation as a tool to facilitate learning about how an electrical circuit runs. The proposal was applied to 3rd-year students of the Mining Technical Course at the Federal Institute

of Education, Science and Technology of Amapá, and involved interaction in a virtual environment, supported by concepts derived from Vygotsky's perspective. For the construction and analysis of data, bibliographic surveys, data collection through tests, interview script and on-site observation were used. The activity contributed to strengthening a constructivist view of the learning process, highlighting the strong involvement of students in the knowledge construction by integrating previous ideas into the learning tools. The results obtained indicated good acceptance of the proposal, insofar as the technology use had a transforming meaning in pedagogical practice, that is, PhET was not used to simply reproduce the traditional teaching model, but to create learning situations about Electrodynamics.

Keywords: Electrodynamics; Electrical Circuits; Ohm's law, Physics teaching; Simulators.

Introdução

O objetivo deste artigo é demonstrar que a simulação computacional pode ser aplicada como ferramenta facilitadora da aprendizagem sobre o funcionamento de circuitos elétricos. Parte do princípio de que o ensino das ciências da natureza nos moldes tradicionais, principalmente o da Física, na qual o professor é o centro do processo, não mais atende aos interesses do aluno, muito menos às necessidades da sociedade. Além disso, o avanço tecnológico da sociedade moderna não mais dá espaço às tradicionais aulas onde quadro e pincel se sobressaem como principais ferramentas daquele que dirige todas as atividades no contexto da sala de aula. A cada dia o concorrido mercado de trabalho se torna mais exigente em relação às habilidades e competências que os jovens devem apresentar e, dessa forma, a escola deve assumir de fato seu papel de formação de cidadãos críticos e participativos e com atitudes reflexivas frente as situações imediatas do mundo capitalista e globalizado. Neste contexto, o uso de práticas pedagógicas que considerem o aluno como sujeito do processo tende a melhorar a aprendizagem dos alunos em diferentes temas e conceitos (PINTO e PIRES, 2019).

O ensino da Física deve privilegiar as atividades experimentais e investigativas, para que deste modo possa preparar o educando para o seu papel de cidadão, já que assim o conhecimento é construído juntamente com os conceitos necessários, gerando uma aprendizagem significativa. Neste sentido, procura-se fundamentar este trabalho na Teoria Histórico-cultural de Lev Vygotsky, pesquisador russo, que em seus estudos buscou a compreensão da relação entre o processo de desenvolvimento, linguagem e aprendizagem, contribuindo desta forma, juntamente com outros teóricos, na ruptura com os modelos tradicionais de ensino.

Diariamente, observa-se a inclusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em atividades simples do nosso cotidiano. Uma das desvantagens destas tecnologias é o fato de excluir as classes mais baixas da sociedade, caracterizando um cenário de exclusão digital, conforme afirmam Sorj e Guedes (2005) “a introdução de novas TICs aumenta a exclusão e a desigualdade social”, visto que, grande parte da população brasileira não dispõe de computador em suas residências, tornando-se excluídas.” Este fato, somado às dificuldades de aprendizagem observadas em alunos do Ensino Médio e aos avanços e recuos nas metodologias de ensino praticadas, aumentam o nível de insucesso de aprendizagem dos conteúdos estudados. A necessidade de compreensão de

conceitos abstratos, bem como os conteúdos matemáticos inerentes à Física requer que apresentemos esta área do conhecimento buscando a contextualização do conteúdo a ser ensinado.

Há fenômenos percebidos pelos alunos que necessitam de energia elétrica: o funcionamento do despertador, o café preparado na cafeteira elétrica, o funcionamento da telefonia móvel, o sistema de partida automático para funcionamento de veículos, etc. Ainda que os alunos percebam a presença da eletricidade nestas e em outras situações cotidianas, é difícil para eles assimilarem conceitos abstratos como campo elétrico, força elétrica ou corrente elétrica.

Schumacher et al. (2004) afirmam que, em conteúdos que envolvem a eletricidade, “as demonstrações baseadas em simulações em computador, de uma maneira geral, torna os alunos mais participativos”, pois ao mudar a abordagem do método tradicional do ensino, tornando-o mais dinâmico, os alunos integram mais com o conteúdo estudado. Atualmente, muitos softwares gratuitos (softwares livres) estão sendo desenvolvidos para atender às diversas áreas, e a educação é uma delas. A crescente oferta de programas educacionais e as diferentes modalidades de uso do computador mostram que esta tecnologia pode ser bastante útil no processo de ensino-aprendizagem. A função fundamental da simulação, de acordo com Arantes, Miranda e Studart (2010), consiste em ser um instrumento profícuo de aprendizagem, haja vista que o uso pedagógico desta ferramenta contribui na introdução de um novo tópico, construção de conceitos ou competências e reforço de novas ideias.

Neste estudo utilizamos o PhET Simulações Interativas, um projeto da Universidade do Colorado (EUA) concebido para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência. Além de produzir as simulações, a equipe do PhET busca realizar uma avaliação da eficiência de seu uso em salas de aula (ADAMS, 2008). A atividade é uma forma de proporcionar ao aluno a aquisição de novas habilidades importantes no desenvolvimento do conhecimento, para que ele possa ler e interpretar a realidade e desenvolver capacidades necessárias para atuação efetiva na sociedade e na vida profissional.

A teoria sócio-histórica de Vygotsky: Implicações no ensino da Física.

Nosso objetivo, neste momento, não é discorrer sobre a teoria sócio histórica de Lev Vygotsky em suas minúcias, porém, mostrar em linhas gerais seus fundamentos e suas implicações ao ensino, mais especificamente no ensino da Física. Embora sua teoria não tenha sido desenvolvida com fundamentação na aprendizagem escolar, apresenta grande valia na busca de melhorias no processo pedagógico. Para Vygotsky, o papel da interação social é importante no desenvolvimento do ser humano. É através das relações e interrelações, propiciadas por ambientes e estímulos adequados, principalmente das relações sociais, que ocorre a aprendizagem e o desenvolvimento do indivíduo (ROSA, 2003). Vygotsky trabalha o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que respeito ao elo que existe entre aquilo que o indivíduo pode desenvolver sozinho (nível de desenvolvimento real) e aquilo que pode desenvolver com condições apropriadas e a ajuda de outros (nível de desenvolvimento potencial). Ambientes adequados, atividades grupais, situações problematizadoras e mediação do professor, entre outros, são de suma importância para que o aluno alcance o seu desenvolvimento

real, pois tais atividades potencializam a capacidade de se desenvolver do educando.

Por exemplo, ao trabalhar com uma turma de comunidades de áreas de invasão o conceito de “corrente elétrica”, o professor poderá adotar como ponto de partida a discussão sobre a qualidade da energia elétrica argumentando por que alguns aparelhos podem ser danificados quando a intensidade da corrente elétrica que o percorre é diferente daquela estabelecida pelo fabricante. Partindo desta situação da vivência real do aluno, o professor poderá propor a realização de um projeto de aprendizagem, onde serão desenvolvidos vários conteúdos da disciplina, dando caráter científico aquilo que inicialmente era senso comum.

Metodologia

A proposta foi desenvolvida com 40 alunos de uma turma de 3º ano do Curso Técnico de Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá no ano de 2018. Trata-se de uma pesquisa aplicada pois produziu conhecimentos que poderá facilitar a aprendizagem dos alunos sobre o funcionamento de circuitos elétricos. A metodologia abordada nesta pesquisa é a qualitativa que descrita por Oliveira (2011, p. 28) “[...] um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto ou segundo sua estrutura”. Nesse caso, tal abordagem busca compreender como os fenômenos envolvidos são estudados, de forma que leve a entender diversos fatores no processo de aprendizagem para implementar conceitos novos. O trabalho foi realizado em três etapas, constando de duas aulas cada, durante três semanas seguidas no mês de agosto de 2018, descritas a seguir:

1. Primeiramente foi feita uma abordagem para que soubéssemos de algum conhecimento prévio dos alunos sobre eletrodinâmica. Os alunos responderam um breve questionário com cinco questões abertas: 1) Por que a eletricidade é importante para a humanidade? 2) Como podemos “produzir” eletricidade? 3) Por que devemos economizar energia elétrica? 4) O que é corrente elétrica? 5) Quais dispositivos, existentes em sua casa, que necessitam de eletricidade para funcionar?. Nesta etapa, os alunos responderam sobre suas percepções da eletricidade, sua importância, nomes de cientistas, aplicações e efeitos da corrente elétrica, além de relatarem suas experiências relacionadas à eletricidade e os aparelhos elétricos disponíveis em suas casas. Após o recolhimento dos questionários, foi feita uma explanação sobre o histórico da eletricidade, destacando a importância da tecnologia e os cuidados que devemos ter com o uso da eletricidade.

2. Em seguida a turma foi dividida em vinte duplas, sendo solicitado aos alunos que desenhassem um circuito elétrico simplificado, capaz de representar como seriam ligadas as lâmpadas em suas casas. Neste diagrama, deveriam figurar elementos básicos como fonte de alimentação (neste caso poderia ser representada por uma pilha), cinco lâmpadas e três interruptores. Nesta etapa, não estávamos preocupados em que os alunos apresentassem um desenho fiel de como as lâmpadas eram ligadas em suas casas, pois o objetivo era avaliar a percepção dos alunos quanto aos elementos presentes em um circuito elétrico. Foi solicitado que as duplas fizessem uma cópia de seus desenhos e entregassem o original ao

professor. Após recolher os desenhos, houve explanação sobre os elementos de um circuito elétrico e como podemos associá-los.

3. No laboratório de informática, os alunos acessaram o endereço do projeto PhET (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations) e selecionaram a opção Física \diamond Eletricidade, ímãs & circuitos \diamond kit de construção de circuito (AC + DC). Os alunos foram orientados quanto ao uso das ferramentas básicas do software e que deveriam construir, usando o simulador e os valores padrões fornecidos, o circuito proposto na semana anterior. Ao final da construção, os alunos deveriam escrever um breve relatório sobre o que foi observado.

Resultados e discussões

Na primeira etapa da atividade foi possível observar que a discussão sobre o tema centrou-se mais no aspecto social. Os alunos comentaram sobre o risco de morte por eletrocussão, inclusive citando casos que ocorreram com amigos ou familiares. Comentou-se sobre o furto de energia (“gato”) comum nas cidades brasileiras e sobre a qualidade da energia elétrica disponível em Macapá, principalmente nos bairros da periferia onde são comuns as invasões e loteamentos não planejados. Nesta etapa, já foi possível identificar os pressupostos da teoria de Vygotsky, segundo o qual, o desenvolvimento do indivíduo se dá como resultado de um processo sócio-histórico e cultural, observando o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento à medida que este indivíduo interage com seu meio. Exemplos de relatos dos alunos nesta etapa:

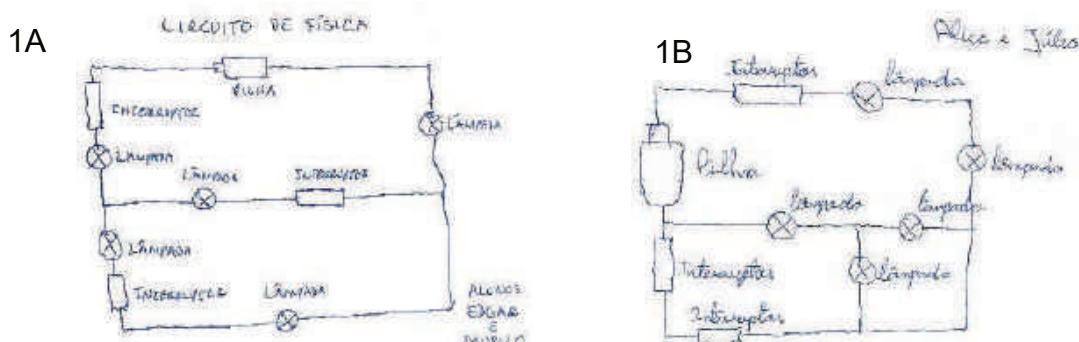
- A3: Já vi crianças morrendo porque levaram choque ao tentar tirar um pipa que estava presa no fio elétrico.
- A7: Tem uma invasão perto de casa que o poste parece um ninho de passarinho cheio de fios.
- A12: Acho que o “gato” é um problema cultural no Brasil. Tem muita gente rica que rouba energia.
- A23: Agora entendi porque no final da tarde, a luz é mais fraca lá em casa.
- A25: Acho que a corrente elétrica é o que faz tudo funcionar.

Na segunda etapa, destacamos o trabalho colaborativo dos alunos. Na confecção dos circuitos ocorreu o debate de como os elementos deveriam ser representados. Aqui os alunos perceberam que a Ciência também possui uma linguagem simbólica, conhecê-la facilita o entendimento global de uma situação problema. A dificuldade observada nesta etapa, corrobora o entendimento de Laburú e colaboradores (2009) quando sugere que o processo comunicativo em sala de aula seja iniciado a partir das representações pictóricas produzidas pelos alunos diferentemente do processo atual onde iniciamos pela apresentação de códigos, regras e definições já existentes.

Quanto aos circuitos desenhados pelos, é possível observar que a representação esquemática dos elementos dos circuitos que deveriam representar a instalação elétrica da residência de deles, está simplificada. Na Figura 1A, temos um circuito fisicamente possível, mas com lâmpadas associadas em série; na Figura 1B, além de lâmpadas associadas em série, há o inconveniente de termos dois interruptores também associados em série, como no trecho onde estão os interruptores a resistência é nula, há três lâmpadas que não acenderão pois estão

curtircuitadas. No entanto, os alunos conseguem compreender que há elementos que são fontes de energia, os que consomem e os que transmitem essa energia.

Figura 1A e 1B – Esquemas de circuitos elétricos, propostos por alunos, de uma associação de 5 lâmpadas, 3 interruptores e 1 pilha.



Fonte: Dados da pesquisa

Segundo Fiolhas e Trindade (2003), uma das características da Física, que a torna algo particularmente difícil para os alunos, é o fato de lidarem com conceitos abstratos e em larga medida contra-intuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial dos mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não consegue apreender a ligação destas matérias com a vida real. Esta dificuldade é tratada em parte pela introdução de métodos de experimentação através de atividades em laboratórios. Essa atitude vai ao encontro à observação sobre a junção dos dois modos de aprender como forma de maximizar o aprendizado.

Ao comentarem suas propostas de circuitos, os alunos evidenciaram a dificuldade de representar graficamente o que eles observam na prática.

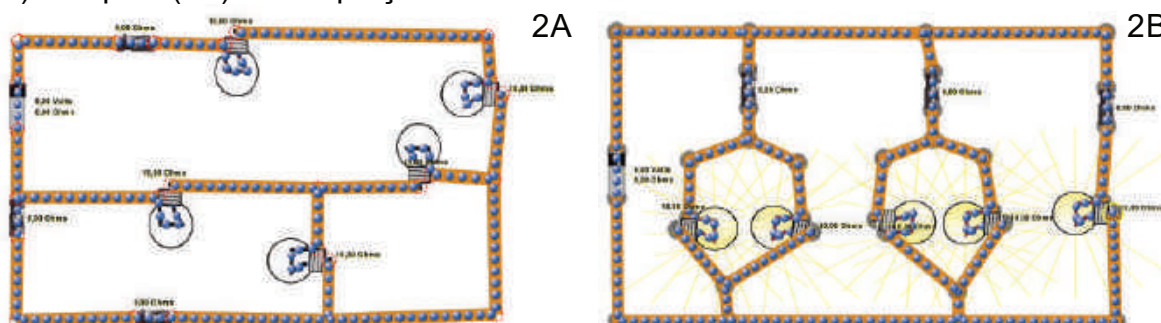
- A6 e A9: Tivemos dificuldades na hora de ligar as lâmpadas. Sabíamos que elas precisavam ser ligadas na pilha, mas não sabíamos direito como. Então cada um fez um desenho e depois juntamos tudo.
- A19 e A27: Tentamos fazer as ligações imaginando que os elétrons saem da pilha, passam pela lâmpada, mas devem voltar para a pilha. É por isso que o nome é circuito.
- A22 e A34: Puxa, em casa tem 30 lâmpadas. Se conseguirmos ligar direitinho 5, então será só repetir o raciocínio para as outras.

A terceira etapa foi mais abrangente em discussões e rica em aprendizagem. Os alunos demonstraram interesse em aprender e conhecer mais sobre os conceitos relacionados à utilização de circuitos elétricos. Esse interesse possibilitou bons momentos de reflexão e de ação, e, conseqüentemente, viabilizou a construção e ou a reconstrução do conhecimento. Nesta etapa, os alunos se apropriaram de informações e conhecimentos que foram apresentados a eles através da simulação. Para Arantes e colaboradores (2010), a principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores.

A partir da confecção dos circuitos elétricos simplificados da aula anterior, os alunos identificaram que, em certos casos, havia necessidade de adaptá-los. Neste momento, eles apresentaram contribuições significativas, evidenciando a relevância desse recurso para a aprendizagem. Mencionaram a praticidade da atividade como

ferramenta de aprendizagem e analogia com situações concretas. Além disso, reforçaram o pressuposto que a dissociação teoria/prática é um fator que dificulta a aprendizagem. A Figura 2 apresenta o circuito proposto pela dupla A19 e A27, construído no PhET, antes (2A) e depois (2B) da adaptação.

Figura 2A e 2B – Circuito proposto pela dupla A19 e A27, construído no PHET, antes (2A) e depois (2B) da adaptação.



Fonte: Dados da pesquisa

O software de simulações PhET contribui para que os alunos construíssem compreensão dos fenômenos observados como a relação de proporcionalidade entre tensão e corrente elétrica (1ª Lei de Ohm), brilho da lâmpada (potência elétrica), identificação de curto-circuito (Leis de Kirchhoff), etc. Questionamentos e afirmações observadas nos relatórios entregues sugerem que os alunos conseguiram realizar associações entre o conhecimento prévio, discutido nas etapas anteriores, e a observação de fato fornecida pela simulação. Destacamos, duas afirmações feitas pelos alunos após a execução da atividade.

- A8: Achei fácil usar o simulador e ligar as lâmpadas. Agora poderei explicar em casa como é feita a ligação das lâmpadas que fica escondida dentro da parede.
- A12: O nosso projeto precisou ser modificado, mas com as explicações do professor não tivemos dificuldades. Achei muito mais fácil aprender física desse jeito.

De acordo com Rosa (2003), esta é uma estratégia eficiente de relacionar teoria e prática, proporcionando a aproximação do conhecimento com o contexto social e cultural real dos alunos. Monteiro e Gaspar (2007) reforçam este pensamento e acrescentam o papel do professor como mediador na interação social e coordenador no desenvolvimento da tarefa proposta.

Considerações finais

O ensino da Física terá um significado real quando a aprendizagem partir das idéias e fenômenos que façam parte do contexto do aluno, possibilitando analisar o senso comum e fortalecer os conceitos científicos na sua experiência de vida. O uso do software PhET, neste trabalho, otimizou o tempo necessário para que alunos resolvessem problemas envolvendo circuitos elétricos. Este é um indicativo que este software ou similares com características de softwares educativos gratuitos podem desenvolver a aprendizagem da Física, pois são divertidos e dinâmicos, além de apresentarem estratégias que motivam o aluno para a resolução do problema proposto.

O envolvimento e apropriação de conhecimento dos alunos quanto às propriedades básicas de um circuito elétrico melhorou qualitativamente a partir do

uso da simulação. Podemos concluir que o uso do PhET contribuiu para melhorar a capacidade lógica, a compreensão das funcionalidades dos elementos de um circuito e no entendimento de suas propriedades. A partir dos resultados é possível inferir que o uso da simulação pode melhorar o raciocínio lógico e o tempo de respostas na execução de atividades que envolvam circuitos elétricos em classes do Ensino Médio, inclusive como estratégia de avaliação alternativa.

Nas atividades desenvolvidas identificou-se a aplicabilidade da teoria de Vygotsky quanto ao processo de desenvolvimento do indivíduo. O interesse dos alunos pelo tema de circuitos elétricos reforçou a necessidade de proposição de outros temas que contextualizem conteúdos aparentemente difíceis aos alunos tendo como princípio a experiência prévia dos indivíduos e a aplicabilidade prática do conteúdo. É preciso fazer com que os conteúdos de Física possibilitem a criação de competências nos alunos; portanto, torna-se necessário a busca por novas alternativas didáticas capazes de permitir ao aluno aprender a Física ensinada, bem como desenvolver um conjunto de estratégias diversificadas.

Referências

- ADAMS, W. K., et al. A study of educational simulations, part I: Engagement and learning. *Journal of Interactive Learning Research*. 19, 397-419. 2008.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S. e STUART, N. Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações do PhET. *Revista Física na Escola*, v. 11, n. 1, 2010.
- FIOLEAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, no. 3, 259-272. 2003.
- LABURÚ, C. E.; GOUVEIA, A. A. e BARROS, M. A. Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. São Carlos SP. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 26, n. 1: p. 24-47, abr. 2009.
- MONTEIRO, I. C. C. e GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*. V12(1), pp.71-84, 2007.
- OLIVEIRA, M. M. de. Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses. 5. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- PINTO, D. M. R.; PIRES, M. A. L. M. O ensino da matemática e sua função na formação do indivíduo e de sua cidadania na educação. *REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura*, Ano 14, Número 32, p.118-130. 2019.
- SCHUMACHER, E. et al.. Física Experimental Auxiliada por Laboratório Virtual. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas; n. 1, jul. 2004. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0192-1.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- SORJ, B.; GUEDES, L. E. Exclusão digital: problemas conceituais, evidências empíricas e políticas públicas. *Novos estudos: CEBRAP*. São Paulo, n. 72, 2005.
- ROSA, C. W. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. *Ensaio*, 5, 2, p. 13-27, 2003.

A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA EM UMA AULA INVESTIGATIVA SOBRE FORÇA DE ATRITO NA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

THE PEDAGOGICAL MEDIATION IN AN INQUIRY LESSON ABOUT FRICTION FORCE IN A FIRST GRADE CLASS OF HIGH SCHOOL

Marina Romanha Paraizo¹, Leandro da Silva Barcellos²

¹UFES/CCE, marina_paraizo@hotmail.com

²UFES/PPGE, leandrobarcellos5@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a mediação pedagógica de uma professora em formação inicial (PFI) em uma aula investigativa sobre força de atrito. Para tanto, caracterizamos a mediação pedagógica estabelecida por ela durante uma intervenção realizada em uma turma da primeira série do ensino médio de uma escola da rede estadual de Vitória, Espírito Santo, no segundo semestre de 2019. Os dados foram produzidos por meio das interações discursivas entre a PFI e alunos, e coletados por meio de registros de áudio, os quais, posteriormente, foram transcritos e analisados qualitativamente com base em uma ferramenta que articula a mediação pedagógica, as interações discursivas e os pressupostos do ensino por investigação. Os resultados obtidos mostram que a mediação pedagógica é fundamental para a construção de um ambiente investigativo, e que a aula analisada configurou-se, de fato, como sendo investigativa com flutuações entre abordagens comunicativas. Isto ratifica a não linearidade de uma aula, em que é possível perceber um movimento entre diferentes abordagens comunicativas, o que sugere que o processo analítico deve ser analisado de modo contínuo.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino por investigação; Força de atrito; Mediação pedagógica.

Abstract

This research aims to analyze the pedagogical mediation established by a teacher in initial training (TIT) in an inquiry lesson about friction force. For that, we characterized the pedagogical mediation established by TIT in an intervention realized in a first grade class of high school in a state school in Vitória, Espírito Santo, in the second semester of 2019. The data were produced through the discursive interactions between the TIT and the students, all that performed by audio and video registers, which were subsequently reproduced and qualitatively analyzed according to a tool that articulates pedagogical mediation, discursive interactions and the assumptions of inquiry based teaching. The results achieved reveals that the pedagogical mediation is essential in order to develop an inquiry environment, and the lesson examined, in fact, is inquiry-based with variances between communicative approaches. This confirms the non-linearity of a lecture, which it is possible to notice an adjustment among different communicative approaches, suggesting that the analytical process should be analyzed constantly.

Keywords: Physics teaching; Inquiry based teaching; Friction force; Pedagogical mediation.

Introdução

Alguns pesquisadores da comunidade de educação em ciências, como Sá et al. (2007), Sasseron e Carvalho (2011), Nascimento e Sasseron (2019), Coelho e Ambrózio (2019), entre outros, têm assumido o ensino por investigação como pressuposto para o trabalho docente, sinalizando para uma necessidade de superarmos o ensino restrito a noções e conceitos, e avançarmos na direção de um trabalho que forneça condições para que os alunos possam desenvolver práticas típicas da ciência.

Sá et al. (2007) apontam que as atividades investigativas contribuem para um ensino mais interativo e dialógico, o qual diverge do trabalho centrado em discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos. Esses autores ainda destacam a capacidade de levar os alunos a compreender a validade das explicações científicas dentro de certos contextos, desenvolver autonomia e a capacidade de tomada de decisões.

O ensino por investigação permite que os alunos resolvam problemas e estabeleçam relações causais para explicar o fenômeno estudado (SASSERON, 2015). Tal abordagem preza por um ensino de ciências que congregue práticas da cultura científica como: o trabalho de observação, análise de evidências, informações e hipóteses, assemelhando-se ao fazer científico autêntico (NASCIMENTO; SASSERON, 2019). Esses elementos se desenvolvem a partir de uma situação-problema apresentada pelo professor, a qual desempenha um papel central na atividade, dado que ela orienta e acompanha todo o processo de investigação. Um problema autêntico pode desencadear debates e discussões entre os estudantes, elementos esses que devem ser valorizados, pois, assim, os alunos são envolvidos durante a aula, além de fundamentar o processo de construção de conhecimento (SÁ et al., 2007).

Desta forma, o professor deve propor atividades que sejam centradas nos alunos, propiciando ações que os levem a questionar, argumentar e organizar suas ideias. Para isso a mediação docente deve criar condições para participação ativa do estudante e interação aluno-aluno e aluno-professor (SASSERON; CARVALHO, 2011). Portanto, a postura pedagógica é fundamental para o estabelecimento de um ambiente investigativo em sala de aula.

Assumir uma mediação balizada por uma situação-problema adequada e relevante para os alunos possibilita a criação de um ambiente investigativo em sala de aula, tornando-a um espaço no qual os estudantes podem compartilhar experiências, informações e conhecimentos uns com os outros e com o professor, criando um relacionamento rico em diálogos, debates e discussões [...] (BARCELLOS; COELHO, 2019, p. 515).

Isto posto, investigar como o professor conduz uma aula pode nos ajudar a compreender o processo investigativo, uma vez que a mediação tem um papel fundamental na promoção de um ambiente propício a investigações. Tal processo pode ser feito por meio das interações discursivas entre professor e alunos, juntamente com a abordagem comunicativa estabelecida na sala de aula, como sinalizado por Coelho e Ambrózio (2019). Nessa perspectiva o que demarca o

caráter investigativo de uma atividade é a mediação estabelecida pelo docente na condução do processo de solução do problema proposto.

Diante disso nosso objetivo é analisar a mediação pedagógica de uma professora em formação inicial (PFI) em uma aula investigativa sobre força de atrito na primeira série do ensino médio.

Metodologia

Realizamos uma pesquisa qualitativa e do tipo intervenção. Damiani *et al.* (2013) defendem a pesquisa intervenção como uma forma de contribuir para a solução de problemas práticos, sem a preocupação com o controle de variáveis que possam interferir na intervenção. Para esses pesquisadores a preocupação é descrever em detalhes o procedimento realizado e formular possíveis explicações para ocorrências inesperadas e reflexões a respeito do processo educativo.

A intervenção foi realizada por uma estagiária do curso de licenciatura em Física em uma turma da primeira série do ensino médio em uma escola da rede estadual de Vitória, no Espírito Santo, que contava com 38 estudantes, sendo 21 do sexo masculino e 17 do feminino. Foi solicitada a permissão dos responsáveis legais dos alunos para a participação no projeto e, durante todo este trabalho, os alunos tiveram suas identidades preservadas, sendo que, para isso, nomes fictícios foram utilizados.

A aula foi conduzida pela primeira autora deste texto. O conteúdo ministrado foi força de atrito, o qual foi contextualizado com a construção das pirâmides do Egito. Tal escolha objetivou a discussão sobre a relevância histórica das pirâmides e como elas foram construídas, com o intuito de contemplar, no ensino de física, discussões referentes ao ensino de aspectos da cultura afro-brasileira e Africana. A situação-problema elaborada foi “Como a utilização dos roletes de madeira facilita o transporte dos blocos de pedra?”. O intuito era o de gerar interesse, por parte dos alunos, na procura de soluções e, durante essa busca, permitir a exposição de conhecimentos previamente adquiridos.

Os dados foram produzidos por meio das interações discursivas entre os sujeitos de sala de aula, e coletados por meio de registros de áudio e vídeo. Estes, posteriormente, foram transcritos. Para analisar o processo investigativo recorreremos à ferramenta proposta por Coelho e Ambrózio (2019), apresentada na figura 1. A ferramenta sistematiza as características de uma atividade investigativa e os elementos da mediação pedagógica que deve ser estabelecida nessa abordagem didática. Ela nos permitiu analisar o processo investigativo a partir de um olhar para a mediação pedagógica estabelecida pela estagiária, dado que eles estão imbricados.

Selecionamos trechos da aula que possibilitaram a análise dos elementos sinalizados pela ferramenta, acompanhando o desenvolvimento das interações discursivas e a mediação pedagógica estabelecida. Neles realizamos transcrições fiéis das interações discursivas, nas quais mantivemos ocorrências de linguagem coloquial para preservar a autenticidade dos discursos. Para melhor compreensão da ferramenta apresentamos os símbolos e seus significados de acordo com Coelho e Ambrózio (2019).

A: representa os alunos.

P: representa o professor.

P, A: sinaliza para aula centrada no discurso do professor com momentos de interação com os estudantes.

A-P: sinaliza para dimensão dialógica na sala de aula, com maior investimento intelectual do estudante nas atividades didáticas propostas (Mortimer e Scott, 2002).

P(A): O professor realiza a sistematização da aula levando em consideração as ideias que circulam no plano social da sala de aula.

Grau: Está relacionado ao envolvimento intelectual de alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Figura 1: Ferramenta analítica utilizada para análise do processo investigativo a partir da mediação pedagógica.

	Natureza da aula	Contextualização	Situação-problema	Levantamento de hipóteses	Estratégia para resolução da situação-problema	Análise dos Resultados	Sistematização	Grau
1	Aula diretiva não contextualizada	Não	Não	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	0
2	Aula diretiva não Contextualizada (inicia processo interativo)	Não	Sim. P	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P	Sim. P	1
3	Aula interativa	Não	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P	2
4	Aula Interativa dialógica	Não	Sim. P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. P	3
5	Aula investigativa						Sim. P(A)	
6	Aula diretiva Contextualizada	Sim. P	Não	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	0
7	Aula diretiva contextualizada (inicia processo interativo)	Sim. P	Sim. P	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P	Sim. P	1
8	Aula contextualizada interativa	Sim. P	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P	2
9	Aula Interativa dialógica (abordagem problematizadora)	Sim. P	Sim. P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. P	3
10	Investigativa (articulada a abordagem CTS/temática)						Sim. P(A)	

Fonte: Fonte: Coelho e Ambrózio (2019, p. 500).

Análises e discussões

No início da aula a estagiária apresentou o tema para turma por meio de questionamentos sobre a construção das pirâmides do Egito.

Estagiária: o Egito fica no norte da África, então os egípcios são um povo africano. As Pirâmides foram construídas há cerca de 4500 anos atrás e durante 3800 anos elas foram as construções mais altas do mundo. E... Como vocês acham que elas foram construídas?

Gabriel: Extras terrestres.

Estagiária: Por que você acha que foram os extras terrestres?

Lucas: Não, foram os trabalhadores.

Daniel: Foram os escravos.

Bruno: As pedras pesavam mais de uma tonelada.

O início do diálogo revelou diferentes concepções alternativas, sendo que, algumas delas, relacionavam a edificação das pirâmides a seres não humanos. A PFI esclareceu alguns pontos relativos ao mito de que a construção das pirâmides estaria relacionada a extraterrestres, com o intuito de trazer à tona o preconceito cultural atrelado a esta falácia (CORENZA; VILELA, 2018). O trecho acima sinaliza para a contextualização, realizada pela estagiária, de acordo com a ferramenta analítica de Coelho e Ambrózio (2019). Adiante, a estagiária lançou a situação-problema e os debates prosseguiram.

Estagiária: Alguém tem alguma ideia de como que eles empurraram aquelas pedras de 2,5 toneladas?

Gabriel: Colocaram vários troncos embaixo e colocaram a pedra em cima.

Estagiária: Olhem aqui ((se dirigindo a turma)). Fala um pouquinho mais alto ((se dirigindo ao Gabriel)).

Gabriel: Colocaram vários troncos e a pedra em cima e empurravam.

Estagiária: Esse sistema de colocar um tronco na frente do outro pra poder deslizar as pedras se chama roletes. Isso é até usado na indústria até hoje, são vários rolinhos e neles vão passando cargas, caixas...

Ana: ((Trecho inaudível)) Estagiária!

Estagiária: Aqui é como... Oi, você quer falar?

Ana: ah já falei, né?

Estagiária: Pode falar, por favor.

Ana: Então, naquela época os trabalhadores eram pagos com cerveja e pão, né?

Estagiária: Nessa época não. No Egito o trabalho braçal mesmo era escravocrata.

O aluno Gabriel, de imediato, lançou uma hipótese para o problema proposto. Parte da turma não ouviu, e a estagiária pediu que o estudante repetisse, em voz alta, a hipótese elaborada. Foi uma forma de chamar atenção da turma e valorizar a participação do estudante. A turma aparentou concordar com Gabriel e a estagiária fez uma sistematização. A aluna Ana trouxe uma questão não relacionada ao atrito, mas sobre o sistema de trabalho do Egito. Em respeito à aluna, a estagiária comentou sobre essa questão, pois na abordagem investigativa é preciso incentivar os estudantes a exporem suas ideias e generalizar para outros contextos (SASSERON, 2015). Logo, seria contraditório não dar atenção e poderia causar um descontentamento na aluna por sua ideia ter sido ignorada.

A aula investigativa que contextualiza aspectos históricos e culturais exige um planejamento consistente, porque diferentes perguntas podem surgir em torno da contextualização. Adiante, a estagiária resgatou a discussão sobre os roletes para caminhar em direção ao conceito de atrito.

Estagiária: E aí voltando aos roletes. Por que vocês acham que os roletes facilitava movimento das pedras?

Gabriel: ((trecho inaudível)) que nem no Disco.

Estagiária: Igual a onde?

Gabriel: No disco.

Estagiária: No disco. Todo mundo lembra aqui do disco? O quê que o disco fazia? Vocês lembram? Você pode falar? ((apontando para o Gabriel))

Gabriel: Diminuía o atrito.

Gabriel relacionou o problema com uma atividade experimental anterior, envolvendo um disco de madeira (também chamado de “puck”) e uma bexiga com ar. Tal arranjo diminui o atrito com a superfície quando o ar é liberado e, assim, se desloca mais facilmente. Os conhecimentos já adquiridos fizeram com que Gabriel relacionasse a oposição ao movimento com a força de atrito e apresentasse sua hipótese, configurando grau 3 na ferramenta de análise. O levantamento da hipótese demonstra um investimento intelectual do estudante. Essa dimensão é fundamental no ensino por investigação (COELHO; AMBRÓZIO, 2019). A maior parte das interações ocorreu entre a estagiária e Gabriel. A docente sistematizou a relação entre o atrito e os roletes e, em seguida, começou uma nova discussão com a turma sobre os elementos que influenciam no atrito.

Estagiária: Então, o que vocês acham que influencia no atrito? ((turma em silêncio))

Estagiária: Vocês conhecem o atrito, vocês mesmo disseram que o atrito participa ali.

Fernando: ((Trecho inaudível)) Igual colocar os lápis debaixo do caderno e empurrar, fica mais fácil.

Estagiária: Exatamente! Naquela atividade anterior a gente usou os roletes, só que com os lápis e o caderno. Aqui você falou do peso, mas é o peso que realmente influencia no atrito?

Estagiária: Quanto maior o peso, maior a força de atrito? E no caso do puck, o peso mudou? O que mudou no caso do puck?

Bruno: Diminuiu o atrito.

Estagiária: Diminuiu o atrito. O peso não mudou. Então o peso não é aquilo que a gente vai colocar ali.

A estagiária lançou um problema, o qual não disparou nenhuma discussão. Isso que levou a docente a reformular sua fala, de modo a incentivar a participação. A postura da estagiária em uma aula investigativa tem que ser adaptável, pois nem sempre os alunos responderão às perguntas feitas. Nesta turma os alunos precisaram de uma condução do professor mais presente.

Fernando se lembrou da prática experimental realizada em outra aula sobre 3ª Lei de Newton, a qual serviu como modelo para a situação-problema. Na sequência, a estagiária perguntou sobre a influência da força peso no fenômeno do atrito, mas os alunos não responderam. Ela insistiu nesse ponto fazendo uma pergunta do tipo exame. Ao não obter o resultado esperado, a estagiária sistematizou a discussão, de maneira individual. Como não ocorreu por meio das argumentações dos alunos, a entendemos como P (figura 1). As interações nesse momento da aula tiveram pouca dialogicidade. A estagiária passou pelas discussões sobre a influência do peso e da normal sobre o atrito, mas de uma maneira cada vez mais distante de uma abordagem problematizadora e contextualizada. A estagiária decidiu focar na questão das superfícies e dos materiais retomando a situação do processo de cortes das pedras feito pelos Egípcios.

Estagiária: No caso do corte (das pedras), eles usavam diferentes pedras pra fazer o aperfeiçoamento desse acabamento. Por que funciona usar diferentes pedras pra fazer o lixamento?

Bruna: Porque o material é diferente. Eu acho que tinha que ter o atrito.

Estagiária: O que vocês usariam pra lixar uma madeira?

((Alunos falando ao mesmo tempo)): lixa elétrica, lixadeira, lixa.

Estagiária: Toma esse pedaço de plástico pra lixar uma madeira. ((Entregou uma pasta plástica que estava em cima da mesa para Amanda))

Amanda: Não da.

Estagiária: Por que?

((Aluno falando ao mesmo tempo))

Fernando: Tem que ser um material que é mais áspero ((Trecho inaudível))

Bruna: Porque desliza.

Thiago: Porque não tem atrito.

Quase que de imediato Bruna lançou uma hipótese sobre a questão feita pela estagiária, na qual o atrito foi incorporado. Para iniciar a discussão sobre superfícies, a estagiária falou sobre lixar madeira, e várias vezes surgiram. A estagiária levou Bruna a refletir sobre a possibilidade de lixar utilizando uma pasta de plástico. A estudante, acompanhada de outros colegas, apresentou hipóteses, e a ideia de atrito ressurgiu. Notamos que essa situação-problema potencializou mais elementos do processo investigativo, e que a estratégia de entregar à aluna um objeto que não servia para lixar mostrou-se efetiva, pois embora a noção de que devemos utilizar uma lixa seja consensual, era preciso demarcar que a aspereza é o elemento que possibilita tal ato.

No decorrer da discussão foi feita análise da relação da falta de atrito e a necessidade de um material mais áspero para poder lixar, portanto, houve análise dos resultados. De acordo com a ferramenta analítica, tal processo se deu pela interação A-P. A aula prosseguiu com a estagiária discutindo com a turma sobre o atrito no asfalto e no piso da sala de aula, no que tange a andar e escorregar, até apresentar a equação da força de atrito. Então, a aula se encerrou.

Considerações finais

A aula analisada teve contextualização (a construção das pirâmides do Egito); situação-problema (Como a utilização dos roletes de madeira facilita o transporte dos blocos de pedra?); apresentou momentos diretivos nos quais o discurso do professor prevaleceu; houve levantamento e teste de hipóteses por parte dos alunos; e sistematização realizada somente pelo professor e, em outros momentos, ela foi realizada levando-se em consideração as ideias dos alunos. Essas características permitem entender que ela se configurou como uma aula investigativa com flutuações entre abordagens comunicativas, de acordo com o referencial analítico que adotamos.

Isso ratifica a dinamicidade de uma sala de aula real, em que vemos oscilações entre momentos de investigação e momentos diretivos, caracterizadas tanto por abordagens comunicativas dialógicas nas quais as interações buscam propiciar uma argumentação problematizadora, como por discursos de autoridade centrados no professor (MORTIMER; SCOTT, 2002). Isso porque em aula investigativa nem todos os momentos são de investigação, sendo possível perceber um movimento entre diferentes abordagens comunicativas. Por conseguinte, o processo analítico deve ser contínuo, como sinalizado por Coelho e Ambrósio

(2019), que afirmam que a ferramenta analítica não é estática justamente para contemplar o dinamismo de uma aula.

Por fim, destacamos que o método de análise utilizado convergiu com a perspectiva de investigação caracteriza pela mediação pedagógica, a qual temos adotado, configurando-se como uma via interessante para a compressão do processo investigativo em salas de aulas de ciências.

Referências

- BARCELLOS, L. S.; COELHO, G. R. Análise do uso de objetos materiais mediacionais em uma aula investigativa de ciências de cunho sociocientífico nos anos iniciais do ensino fundamental. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 4, n. 3, p. 513-535, 2019.
- COELHO, G. R.; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.
- CORENZA, J. A.; VILELA, M. S. Currículo Afrocentrado no Ensino de Física: Alguns Apontamentos. **Anais do X Congresso Brasileiro de Pesquisadores/as Negros/as – X COPENE**, p. 1-9, 2018.
- DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; DE CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- NASCIMENTO, L. DE A.; SASSERON, L. H. A Constituição de Normas e Práticas Culturais nas Aulas de Ciências: Proposição e Aplicação de uma Ferramenta de Análise. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, 2019.
- SÁ, E. D.; PAULA, H. D. F., LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. **Atas do VI ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1, 2007.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

PROPOSTA DE ENSINO DAS LEIS DE NEWTON POR INTERMÉDIO DO JOGO DIGITAL *CUT THE ROPE*

TEACHING PROPOSAL FOR NEWTON'S LAWS THROUGH THE *CUT THE ROPE* DIGITAL GAME

Rafael Tomé de Moura¹, Maria Cristina do Amaral Moreira²

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro/rafatmrj@gmail.com

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro/maria.amaral@ifrj.edu.br

Resumo

A presente pesquisa tem como principais objetivos verificar o potencial de um jogo digital para o ensino e aprendizagem das Leis de Newton na Física Clássica, de alunos do ensino médio, por meio de uma proposta de ensino a partir da utilização de *games*. Trata-se de pesquisa quali-quantitativa de dados *a priori* sobre o jogo com os alunos (questionário), porém os dados foram analisados de forma a ultrapassar o “formalismo estatístico” onde procuramos entender o contexto das respostas à luz do referencial teórico. Buscou-se por um referencial teórico que relacionasse ensino de física com jogos digitais para celular e com isso, o *game Cut the Rope* e o tema da Física Clássica, Leis de Newton. Realizou-se um questionário com trinta e três alunos de um pré-vestibular comunitário, onde todos têm acesso a celular, vinte e oito mostraram o interesse por uma abordagem do ensino da Física por intermédio de um *game* e todos gostariam de aprender utilizando essa metodologia. Consideramos que, pela média de tempo que jogam, há um interesse grande dos alunos participantes dessa pesquisa em jogos de lazer e de estratégia e lógica.

Palavras-chave: Leis de Newton; ensino de física; jogos digitais.

Abstract

This research has as main objectives to verify the potential of a digital game for the teaching and learning of Newton's Laws in Classical Physics, of high school students, through a teaching proposal based on the use of games. It is a qualitative-quantitative research of *a priori* data about the game with students (questionnaire), however the data were analyzed in order to overcome the “statistical formalism” where we try to understand the context of responses in the light of the theoretical framework. We sought for a theoretical framework that related the teaching of physics with digital games for mobile phones and with that, the game *Cut the Rope* and the theme of Classical Physics, Newton's Laws. A questionnaire was carried out with thirty-three students from a community college entrance exam, where everyone has access to cell phones, twenty-eight showed interest in an approach to teaching Physics through a game and everyone would like to learn using this methodology. We consider that, due to the average time they play, there is a great interest of the students participating in this research in leisure and strategy and logic games.

Keywords: Newton's Laws, physics teaching, digital games.

Introdução

Os métodos tradicionalmente utilizados para o ensino de física, por intermédio de aulas expositivas e baseadas na resolução de exercícios descontextualizados da realidade do aluno, podem não ser os mais eficientes para a atual realidade heterogênea da sala de aula. Toda disciplina necessita de diversas habilidades, como por exemplo, abstração de raciocínio, reflexão e experimentação, o que demanda do docente uma pedagogia que desenvolva todas essas habilidades em suas aulas, afastando-se, dessa forma, de metodologias de ensino baseadas, sobretudo, na transmissão de conteúdos e aplicações de exercícios (FONTES *et al*, 2016).

Tendo em vista os avanços tecnológicos, principalmente os do campo da informação, pode-se imaginar que esses tenham contribuído com as diversas possibilidades e desafios para a educação. Novas metodologias de ensino e aprendizagem foram sendo implementadas conforme a expansão tecnológica, por exemplo, as baseadas em jogos digitais.

Segundo Dantas e Perez (2018), a tecnologia, utilizada como promotora do aprendizado, desde que altere e transforme o formato de aprendizagem, pode ser pensada de forma a aprimorar o entendimento do aluno dentro da sala de aula.

A proposta de introdução de *games* em sala de aula ocorre, principalmente, pelo caráter lúdico, motivacional, prazeroso e pela capacidade de envolver o aluno durante as aulas (SILVA; SALES, 2017). Para Studart (2015), vários especialistas reconhecem a importância dos *games* como elementos socioculturais da atualidade por possuir um caráter mais atraente, motivador, engajador e desafiador do que certas atividades escolares. Além disso, para esse autor, o aluno, muitas vezes sem perceber, aprende a partir das dinâmicas de recompensas inseridas dentro dos *games*.

Este método que utiliza os mecanismos de jogos digitais para motivar a solucionar problemas também é chamado de gamificação, que segundo Paganini e Bolzan (2016, p. 17) “é um método pelo qual se tenta adaptar uma atividade que não é jogável em um jogo a fim de aperfeiçoar todo o processo”. Existe uma diferença, para Studart (2015) entre a gamificação e os *games* voltados para o entretenimento, pois a gamificação não contempla somente a jogabilidade e a diversão. Segundo o autor, apesar dos *games* possuírem elementos de motivação extrínseca, como, por exemplo, prêmios, tabelas de classificação e diversos outros, a gamificação tem base, principalmente na motivação intrínseca, onde as pessoas jogam o *game* para atingir a proficiência e objetivos por intermédio dos desafios e da socialização.

Neste trabalho buscamos apresentar uma proposta didática que almeja um caráter dinâmico, atraente, motivador, e engajador para ensinar as três Leis de Newton sob uma perspectiva de introduzir ao aluno do ensino médio e/ou pré-vestibular uma aprendizagem mais proativa e representativa da realidade digital. O tema “três Leis de Newton” da física foi escolhido por estar presente, em grande escala, no cotidiano dos alunos, assim como na grande ênfase que é direcionada a Física Clássica nos vestibulares universitários.

Investigação de Campo

Trata-se de pesquisa quali-quantitativa por apresentar um levantamento de dados *a priori* sobre o jogo com os alunos por meio de um questionário, porém os dados foram analisados de forma a ultrapassar o “formalismo estatístico” (BAUER; GASKELL, 2014, p. 190) onde procuramos entender o contexto das respostas à luz do referencial teórico.

A intenção de realizar um questionário teve como finalidade entender o perfil e o interesse dos alunos em aprender física por meio de jogos digitais. Com isso, trinta e três alunos de um pré-vestibular comunitário, situado na zona norte da Cidade do Rio de Janeiro, responderam sobre sua idade, o acesso a artefatos eletrônicos como celulares *tablets* e computadores que permitem a utilização de jogos, se jogavam algum jogo, as plataformas que costumam jogar, os estilos de jogos mais presentes em seus aparelhos eletrônicos, os nomes dos jogos que mais utilizam, por quanto tempo costumam jogar por semana, se já participaram de alguma atividade que envolvesse jogos na aprendizagem de física e o interesse de aprender física através de jogos digitais. Com base no cenário, dessa pesquisa introdutória, foi possível elaborar uma proposta de atividade, incluindo as perspectivas pontadas pelos alunos.

Resultados e Discussões

O primeiro aspecto, a ser apresentado, diz respeito à faixa etária dos alunos que responderam ao questionário, como é feita a utilização dos seus celulares para jogos. Os resultados estão apresentados na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Faixa etária e quantidade dos alunos com acesso a aparelhos eletrônicos.

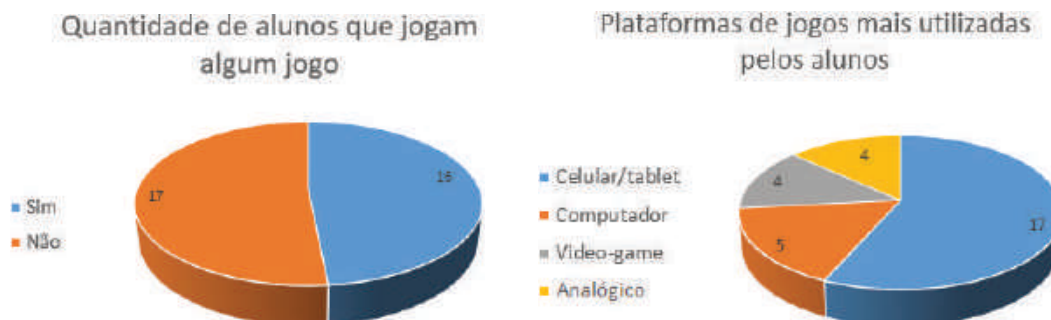


Fonte: Autor, 2019.

A análise inicial trouxe a informação de que, predominantemente, a sala era composta de alunos entre dezesseis a dezoito anos de idade, e que, todos os trinta e três alunos possuem acesso a aparelhos eletrônicos (celular, *tablet*, computador, etc), uma parcela de 100% do total de participantes.

Foi possível afirmar, por meio do questionário, a quantidade de alunos que já estão inseridos numa perspectiva de jogadores, dentre eles dezesseis dos trinta e três alunos apontaram que jogavam algum jogo, tanto no formato digital como analógico. Por meio da análise, constatou-se que a plataforma mais utilizada é o celular e/ou *tablet*, seguido do computador e por últimos o video-game ou console e os jogos analógicos, conforme apresentado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Quantidade de alunos que jogam e as plataformas de jogos mais utilizadas.



Fonte: Autor, 2019.

Embora tenhamos confirmado que o celular é a plataforma mais utilizada por esse grupo, observa-se uma grande variedade de estilos ou modalidades de jogos que os alunos acessam no mundo dos *games*. O participante poderia responder no mínimo três modalidades que estavam mais presentes em seus jogos ou as que mais faziam parte de seus interesses ao procurar um *game* para jogar.

Quanto ao estilo de jogos, os dados demonstraram que os mais utilizados pelos alunos foram, em ordem crescente de utilização, esportes (corrida, luta e futebol), estratégia, aventura, ação, lógica e terror.

A próxima pergunta consistia no interesse de entender quais os nomes dos *games* que os alunos mais jogavam, em qualquer plataforma de jogos. Como existe uma grande variedade de jogos disponíveis no mundo dos *games*, mais de trinta nomes de jogos foram respondidos no questionário. Selecionamos na apresentação dos dados somente os cinco jogos mais citados pelos participantes.

Figura 3 – Estilo e os jogos mais jogados pelos alunos que jogam algum jogo.

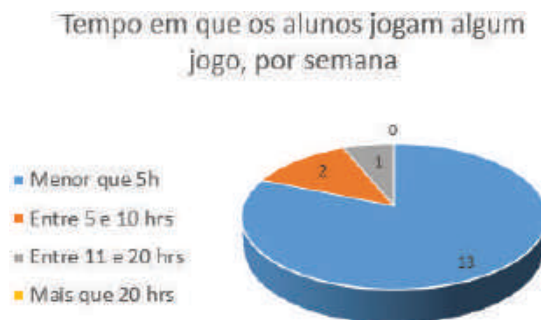


Fonte: Autor, 2019.

Os *games* mais presentes nas respostas dos entrevistados, em ordem crescente de citações, conforme apresentado na Figura 3, foram: *The Sims* (simulação da realidade), Xadrez (lógica e estratégia), Perguntados (lógica), *Mortal Kombat* (luta/esporte) e FIFA (futebol/esporte). Nota-se que o jogo mais citado, que tem como o principal tema a representação da realidade, não corresponde aos estilos de jogos mais atraentes para os participantes, talvez por identificarem na simulação da realidade algum tipo de aventura.

Outro aspecto que o questionário permitiu analisar foi o tempo disponibilizado pelos entrevistados para jogar e, observou-se que, as horas semanais, nas quais a média dos alunos joga algum *game*, são cinco horas aproximadamente, representando um total de 81% dos alunos. Somente dois dos dezesseis alunos que jogam, o fazem de cinco a dez horas semanais e um único aluno joga entre onze e vinte horas por semana, totalizando, juntos, 19% dos alunos.

Figura 4 – Quantidade de horas semanais destinadas aos games.



Fonte: Autores, 2019.

Consideramos que, pela média de tempo jogado, há um interesse grande dos alunos participantes dessa pesquisa em jogos como atividade de lazer.

A figura 5 apresenta, também, a quantidade de alunos que já participaram de alguma atividade dentro de sala de aula com a utilização de jogos para a aprendizagem de física. Conforme demonstra o gráfico, apenas, aproximadamente, 9% dos alunos respondentes tiveram contato com *games* para o ensino de física, um quantitativo de três alunos entre os trinta e três participantes. Isso demonstra o quanto essa ferramenta de ensino não vem sendo aproveitada como ensino e aprendizagem no ensino de física por alguns docentes.

Figura 5 – Quantidade de alunos que utilizaram jogos na aprendizagem de Física.



Fonte: Autor, 2019.

As últimas perguntas, do questionário, representadas pela figura 6, eram sobre a visão que os alunos possuem sobre o ensino de física por *games* e o interesse de aprender física jogando. Vinte e oito alunos, representando um total de, aproximadamente, 85% consideram que um jogo é capaz de propiciar o aprendizado da física. Por fim, um total de 100% dos alunos tem interesse em utilizar os jogos digitais para aprender os conteúdos da física.

Através dos dados obtidos, parece existir um grande interesse e expectativa, por parte dos alunos (mesmo para os alunos participantes do estudo, que dizem não jogar nenhum *game*), em aprender física por intermédio de jogos digitais e um pequeno quantitativo de alunos que participaram de atividades com essa metodologia de ensino. Mediante as informações coletadas através da pesquisa de campo, buscou-se elaborar, nesse trabalho, neste primeiro estágio do estudo, sugerir uma proposta para o uso de jogos digitais explorando relações com as três Leis de Newton e as respostas dadas dos alunos no questionário.

O jogo sugerido foi o *Cut the Rope*, um jogo digital que possui uma temática simples que dialoga com as modalidades de *games* de estratégia e lógica.

Figura 6 – Quantidade de alunos que pensam que um jogo é capaz de ajudar no aprendizado de física e quantidade de alunos que jogariam ou continuariam jogando jogos para aprender física.



Fonte: Autor, 2019.

Proposta de Aplicação: *Cut the Rope* como analogia para o ensino das Três Leis de Newton

O jogo digital *Cut the Rope* é um aplicativo gratuito que pode ser utilizado em celulares, tablets e computadores. Possui temática bem simples e o seu objetivo consiste em alimentar um sapo virtual através da condução da comida até a sua boca. Além disso, podem-se coletar algumas estrelas pelo caminho que determinam o nível de sucesso alcançado pelo jogador a cada estágio. Para isso, o jogador deve interagir com alguns elementos na interface do jogo como, cortar cordas, estourar bolhas, empurrar o doce preso em cordas com um balão que expele ar e conforme o jogador avança de níveis, mais elementos são introduzidos aos estágios. A Figura 7 apresenta a interface inicial do jogo.

Figura 7 – Interface da página inicial do jogo



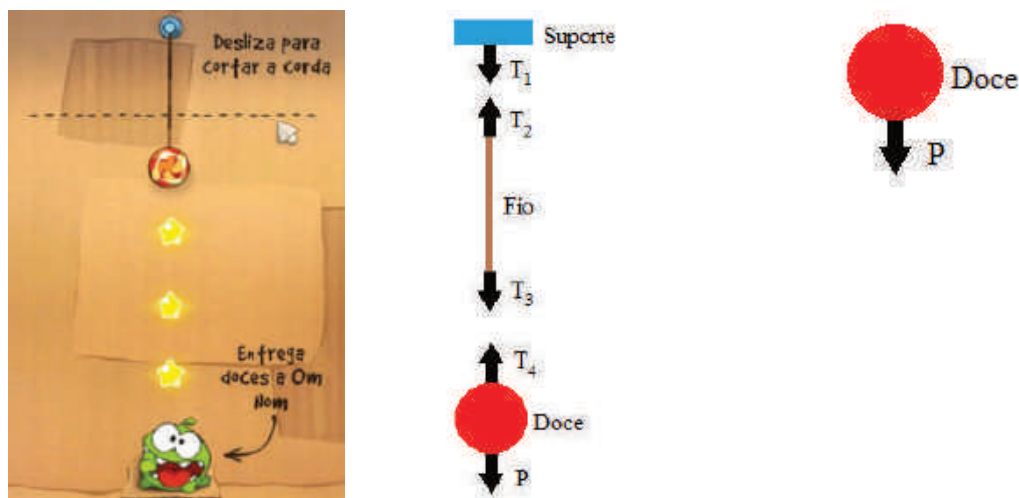
Fonte: STEAM. Disponível em: https://store.steampowered.com/app/223280/Cut_the_Rope/. Acesso em 09 de out. 2019

Portanto, a proposta desse trabalho, é a de usar esse jogo como analogia para ensinar as três leis de Newton. No primeiro estágio, representado pela Figura 8, o doce se encontra preso por uma corda na parte de cima e o sapo na parte de baixo, esperando a liberação do doce, para poder comê-lo. Para cortar a corda é preciso somente deslizar o dedo sobre a tela do celular ou tablet ou movimentar o *mouse* do computador na direção transversal a corda, liberando o doce da corda e levando-o a cair dentro da boca do sapo. Nota-se que as estrelas se encontram abaixo do doce, podendo ou não ser coletadas.

Portanto, na transposição para o ensino, vamos pensar o doce como o objeto de análise da atuação das forças, o fio como ideal, inextensível e com massa desprezível e a inexistência das forças de resistência do ar ou qualquer outra força dissipativa. Portanto, pode-se relacionar a primeira fase do jogo *Cut the Rope* com

as Leis de Newton demonstrando as forças que atuam sobre o doce quando está preso a corda e, posteriormente, quando o doce é separado da corda pelo corte.

Figura 8 – Interface do primeiro estágio do jogo e sua decomposição de forças.



Fonte: Autor, 2019.

Na Figura 8, nota-se que o doce se encontra preso à corda, ou seja, está em repouso. Conforme a primeira Lei de Newton (Lei da inércia), a tendência de um corpo é permanecer em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que o mesmo seja forçado a mudar seu estado por forças aplicadas sobre ele. Porém, estar em inércia não significa que forças não atuem sobre o doce. De acordo com a Figura 8, existem forças atuando sobre o objeto, as forças de tração (T) e peso (P), e este permanece inerte dado o somatório nulo das forças atuantes ou da força resultante no corpo.

Da mesma forma, podemos relacionar a Figura 8, com a segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica), onde a aceleração obtida por um objeto é diretamente proporcional à força resultante, tendo a mesma direção e sentido da força inversamente proporcional à massa do objeto.

Na Figura 8, a corda ao ser cortada, apresenta somente a força peso atuando sobre o doce, ou seja, a força resultante. E, podendo relacionar no jogo, a aceleração da gravidade, para baixo, fazendo com que o doce acelere com o decorrer do tempo e caia dentro da boca do sapo.

Para explorar a terceira Lei de Newton (Ação e Reação), observa-se também que se pode explorar a Figura 8, onde o doce ainda se encontra preso pela corda. Essa lei diz que para toda ação existe sempre uma reação oposta e de igual intensidade e que este par - ação e reação - não acontece em um mesmo corpo. O doce possui uma massa e com isso, possui um peso que ao mesmo tempo é o responsável por puxar a corda, que transmite essa força até o teto e, por consequência, puxa o teto. Então, a interação do doce com a corda exerce uma força na corda (ação = T_3) e a corda exerce uma força no doce (reação = T_4). Da mesma forma a corda exerce uma força no suporte (ação = T_1) e, o suporte exerce uma força na corda (reação = T_2), formando assim todos os pares de ação e reação do sistema. Nota-se que a força de tração não é uma reação à força peso e que as forças de tração são iguais ao longo de todo fio.

Portanto, a analogia sugerida pode ser usada como uma sequência didática jogo tanto no início do ensino das Leis de Newton, quanto em uma investigação a ser desenvolvida pelos próprios alunos no sentido de identificar no jogo exemplo das três Leis de Newton. Com isso, o professor pode se utilizar dessa ferramenta do jogo como incentivo ao início do processo de ensino e aprendizagem sobre essas leis ou verificar, se os alunos conseguem relacionar o jogo com esse tema da física.

Conclusões

Trabalhar com jogos tem sido um campo de estudo de interesse de muitos pesquisadores na área de ensino. Pudemos observar nesse estágio da pesquisa que os *games* fazem parte da vida dos alunos de diversas idades e que geralmente são jogados por horas. A aposta que fazemos é a de que o uso educacional dos *games* adiciona uma reflexão de que os jogos tecnológicos têm relação com fenômenos presentes nos conteúdos ensinados na física. Apostamos num simples exercício a ser proposto para o aprendizado das três Leis de Newton a partir da modelização dos movimentos empreendidos para o entretenimento do jogador. Quer dizer, jogar é também entender das Leis da Física.

O mundo da gamificação abre um turbilhão de possibilidades, porém entendemos que há limites para o uso de games no ensino e inclusive se o objetivo for introduzir um assunto pode ser que essa possibilidade não seja suficiente, necessitando de uma aula introdutória sobre o tema a ser abordado antes da aplicação da atividade envolvendo o jogo digital.

Consideramos que a proposta aqui sugerida não é suficiente para o entendimento das leis de Newton, necessitando de complementação com outras atividades. Nos próximos trabalhos pretendemos apresentar os resultados obtidos com o desenvolvimento e aplicação da atividade sugerida.

Referências

- BAUER, M.W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.
- DANTAS, M.; PEREZ, S. **Gamificação e jogos no ensino de mecânica newtoniana; uma proposta didática utilizando os aplicativos *bunny shooter* e *socratic***. Brasília: Revista do Professor de Física, vol. 2, nº 2, pp. 84-106, 2018.
- FONTES, A.S.; RAMOS, F.R.; SHWERZ, R.C.; CARGIN, C. **Jogos adaptados para o ensino de física**. Paraná: ensino, saúde e ambiente, vol. 9 (3), pp. 226-248, 2016
- PAGANINI, E.R.; BOLZAN, M.S. **Ensinando física através da gamificação**. In: Anais do VII Encontro Científico de Física Aplicada. *Bluncher Physics Proceeding*, vol. 3, nº 1. São Paulo: Blucher, pp. 16-20, 2016
- SILVA, J.B.; SALES, G.L. **Um panorama da pesquisa nacional sobre a gamificação no ensino de física**. Ceará: Tecnia, vol. 2, nº 1, pp. 105-121, 2017.
- STEAM. **Cut the Rope**. Disponível em: https://store.steampowered.com/app/223280/Cut_the_Rope/. Acesso em 09 de out. 2019.
- STUDART, N. **Simulação, games e gamificação no ensino de física**. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015. São Paulo, 2015.

INTERAÇÃO NO CONTEXTO ESCOLAR: PERSPECTIVAS DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

INTERACTION IN THE SCHOOL CONTEXT: PERSPECTIVES OF HIGH SCHOOL PHYSICS TEACHERS

Amanda da Silva Caraiola¹, Ivanilda Higa²

¹Universidade Federal do Paraná/PPGE, amanda_coraiola@hotmail.com

²Universidade Federal do Paraná/PPGE/DTPEN, ivanilda@ufpr.br

Resumo

Este estudo tem por objetivo compreender as perspectivas de professores de Física do ensino médio acerca das interações estabelecidas com os estudantes durante suas aulas. Consideramos o conceito de interação social segundo a perspectiva vigotskiana, sendo assim a discutimos como meio de aprendizagem e desenvolvimento. Tomamos por base a perspectiva de realidade cotidiana segundo Rockwell e Ezpeleta (2007) a fim de considerar nosso objeto de estudos contextualizado aos elementos constituintes da realidade e vivência dos sujeitos que dela fazem parte. Para alcançar nosso objetivo realizamos entrevistas semiestruturadas com professores de Física do ensino médio. Dos resultados ressaltamos que a interação aparece na fala dos professores como uma estratégia para a mudança de perspectiva sobre a dinâmica do processo de ensino e de aprendizagem pelos alunos e como elemento motivador para despertar a curiosidade dos alunos. Por fim, destacamos a importância do conhecimento das perspectivas dos professores para construção de um quadro teórico que integre elementos e especificidades da realidade escolar.

Palavras-chave: Interação social. Professores de Física. Aprendizagem.

Abstract

This study aims to understand the perspectives of high school Physics teachers about the interactions established with students during their Physics classes. We consider the concept of social interaction from a Vygotsky perspective, so we discuss it as a means of learning and development. We take as a basis the perspective of school everyday reality according to Rockwell and Ezpeleta (2007) in order to consider our object of studies contextualized to the elements that constitute reality and the experience of the school subjects that are part of it. To achieve our goal, we conducted semi-structured interviews with high school Physics teachers. From the results we emphasize that the interaction appears in the speech of the teachers as a strategy for changing the perspective on the dynamics of the teaching and learning process by the students and as a motivating element to arouse the students' curiosity. Finally, we highlight the importance of knowing the teachers' perspectives in order to build a theoretical framework that integrates elements of school reality.

Keywords: Social interaction. Physics teachers. Learning.

Introdução

A interação social entre os sujeitos é elemento essencial no processo de aprendizagem e de desenvolvimento. No contexto dos estudos de Vygotsky (2009) a interação para aprendizagem ganha relevo e constitui importante parte do processo que leva a construção de significados aos conhecimentos científicos.

Segundo este autor a construção de significados durante a escolarização possibilita a conscientização sobre o objeto de pensamento e sua generalização para diferentes situações. Sobre a generalização de conhecimentos aprendidos na escola, Rockwell (1995) aponta que muitas vezes esses conhecimentos são estranhos aos estudantes justamente pela impossibilidade, entendida pelos estudantes, de generaliza-los para sua realidade concreta.

Neste sentido, a interação com vistas a construção de significados e sua generalização é determinante para o processo de aprendizagem e por consequência para o desenvolvimento dos estudantes nas diferentes áreas de conhecimento com as quais têm contato na escola.

A conscientização sobre os conhecimentos, ou seja, a construção de significados, está relacionada diretamente ao processo de interação com o parceiro mais capaz. Neste sentido, é necessário que compreendamos a definição de interação social e suas implicações nos processos de ensino e de aprendizagem.

De acordo com Gaspar (2014) a definição mais adequada de interação social vigotskiano foi apresentado por um grupo de pesquisadores¹ da área de psicologia. Segundo o autor as características da interação social definida podem ser sintetizadas da seguinte maneira:

[...] ela só ocorre [interação social] se os parceiros nela envolvido:

1. Desempenham diferentes papéis sociais (pais e filhos, professor e alunos, por exemplo);
 2. Dispõem de diferentes sistemas de comunicação (falada, escrita, simbólica etc.);
 3. Dispõem de diferentes sistemas de conhecimento, valores etc.
- (GASPAR, 2014, p. 195-196)

Sendo assim, a interação por si só não garante o desenvolvimento, antes é necessária a presença do parceiro mais capaz, que por sua vez é o sujeito mais experiente dentro de um grupo cultural, é aquele que tem o domínio dos conhecimentos construídos e transmitidos historicamente dentro de uma determinada cultura.

Com relação ao processo de ensino durante a interação social devemos destacar o trabalho do parceiro mais capaz, neste caso o professor, na zona de desenvolvimento imediata (ZDI) dos estudantes. A ZDI é por definição a região na qual se torna possível, a partir da colaboração com o professor e/ou outros parceiros mais capazes, a aprendizagem de novos conhecimentos, sobre os quais ainda não se tem domínio, avançando em relação aqueles que já estão internalizados.

¹ O trabalho mencionado por Gaspar (2014) foi realizado por um grupo de pesquisadores do Instituto de Psicologia de Belgrado coordenado por Ivan Ivic.

Sobre o trabalho do professor durante a interação social e a identificação da ZDI dos estudantes, Gaspar (2014, p.187) destaca que seria “desejável aprofundar o conhecimento das características da ZDI, sobretudo no que diz respeito ao modo como o professor deve conduzir em relação a ela”. Contudo, o autor destaca que é possível atuar nesta região e dá um exemplo de situação prática em sala de aula:

Por exemplo, ao resolver um novo problema de Física que esteja ao alcance da provável ZDI da maioria de seus alunos, ele deve cuidar para que todos possam acompanhar sua resolução passo a passo, interagindo com eles na apresentação do enunciado, no encaminhamento da solução, na sugestão de procedimentos de análise e de cálculo e até na obtenção e discussão dos resultados. Em seguida, o professor deve propor a sua turma outros problemas semelhantes e cuja resolução não ultrapasse a provável ZDI de seus alunos, reduzindo, assim, gradativamente, sua colaboração.

A partir deste exemplo, podemos vislumbrar que o trabalho a partir da interação social visando a ZDI dos estudantes não é uma tarefa trivial se considerarmos a existência de diferentes realidades escolares e a por consequência a constituição de diferentes contextos de aprendizagem.

Segundo Gaspar (2014) o processo de ensino com vistas ao avanço dos conhecimentos internalizados é o centro do trabalho na ZDI, sendo assim é pertinente às nossas discussões considerar como ocorre o trabalho do professor durante as interações mediante a existência de uma realidade escolar específica.

De acordo com estudo realizado por Birznek (2018) no Ensino Superior, em um curso de Licenciatura em Física, o professor tem papel determinante durante as interações, pois é ele que possibilita o avanço no processo de construção de significados aos conhecimentos científicos por meio do trabalho com vistas a ZDI dos estudantes. O autor aponta que o principal meio de atuação do professor na ZDI, no contexto observado, é a realização de questionamentos, isso ocorre devido a percepção do professor de lacunas na aprendizagem de conceitos pelos estudantes, sendo assim a ação do professor se configura como um meio de conscientização dos estudantes sobre o conhecimento em construção.

Neste sentido, percebemos a importância do olhar sobre as interações durante as aulas, sobretudo nas de Física que são foco desta pesquisa, e a necessidade de aprofundamento do estudo sobre as interações nos diferentes contextos de aprendizagem. Sendo assim, o objetivo deste estudo é compreender a perspectiva de professores de Física do ensino médio acerca da interação durante as aulas na realidade escolar, a fim de compreender como esse processo se constitui na escola do ponto de vista dos professores.

Metodologia

Essa pesquisa está inserida no campo da pesquisa qualitativa, na qual se dá lugar ao contexto da descoberta antes e durante a construção da investigação levando em consideração para o estudo do objeto da pesquisa o contexto onde o mesmo ocorre (Lessard-Hérbert, Goyette e Boutin, 1990). Segundo Godoy (1995), neste tipo de pesquisa se busca investigar o fenômeno no contexto no qual ele ocorre e do qual faz parte, buscando sua compreensão a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas.

Optou-se por realizar entrevistas, pois esse é um meio de trazer elementos próprios da vivência pessoal e profissional dos professores nos contextos da escola,

da sala de aula e com os alunos, no sentido de compreender o processo de interação durante as aulas na perspectiva dos sujeitos da realidade escolar.

De um modo geral, as entrevistas qualitativas são pouco estruturadas, sem um fraseamento e uma ordem rigidamente estabelecidos para as perguntas, assemelhando-se muito a uma conversa. Tipicamente, o investigador está interessado em compreender o significado atribuído pelos sujeitos a eventos, situações, processos ou personagens que fazem parte de sua vida cotidiana (ALVEZ-MAZZOTTI; GEWANDSNADJER, 1998; p. 168).

Cabe destacar que realizamos nosso estudo com base na perspectiva de pesquisa na realidade cotidiana tendo por base os pressupostos de Rockwell e Ezpeleta (2007). Segundo as autoras, integrar o conceito de cotidiano no objeto de estudo é uma tentativa de recuperar o aspecto heterogêneo da escola. As autoras apontam que a partir desta perspectiva é possível uma conceituação alternativa de escola e das práticas escolares, na qual se captam características heterogêneas empreendidas e articuladas por sujeitos individuais.

As entrevistas foram realizadas com sete professores de Física da Educação Básica. Os critérios estabelecidos para a escolha dos professores participantes da pesquisa foram: 1) ser formado em Licenciatura em Física; 2) estar atuando na Educação Básica na disciplina de Física; 3) experiência superior a um ano como professor de Física e 4) disposição para participar da pesquisa.

Ficou a critério dos professores participantes a definição do local e do horário de realização da entrevista. Antes da realização da entrevista os professores colaboradores realizaram a leitura e concordaram com o termo de consentimento livre e esclarecido por meio de sua assinatura. Para preservar a identidade dos professores participantes trocamos seus nomes por nomes fictícios.

No presente estudo apresentamos os resultados das entrevistas realizadas com dois professores: Ana e Eduardo.

Ana tem 43 anos, com formação no curso de Licenciatura em Física; cursando Mestrado em Educação e experiência de vinte e um anos no magistério. No momento da entrevista atuava como professora de Física, concursada, em uma instituição pública de ensino do estado do Paraná.

O professor Eduardo tem 41 anos, formação em Bacharelado e Licenciatura em Física; Mestrado e Doutorado em Física e experiência de 15 anos no magistério, sendo destes, cerca de 7 anos dedicados à rede pública estadual. No momento da entrevista atuava como professor de Física, concursado, em uma instituição pública de ensino federal, no estado do Paraná, na qual atua há cerca de 8 anos.

Resultados e análises

Tivemos por objetivo da entrevista conhecer a forma de encaminhamento das atividades pelos professores, como se dá a participação dos estudantes durante as aulas e como os professores relacionam a forma de desenvolvimento das atividades com o processo de aprendizagem dos alunos. Com isso, buscamos compreender se e como ocorre interação nas aulas, em quais momentos as interações se intensificam, quais elementos motivam os estudantes a participar.

Para analisar as entrevistas elencamos eixos com base nas perguntas norteadoras, são eles: a) Interação entre os sujeitos; b) Interação e motivação dos estudantes; c) Relação entre a interação e a aprendizagem dos estudantes.

a) Interação entre os sujeitos

Nesta seção apresentamos elementos observados na fala dos professores sobre a forma como os mesmos encaminham suas aulas e como os alunos participam do desenvolvimento das atividades nas quais a interação (professor-alunos e/ou alunos-alunos) está presente.

Para professora Ana a experiência que foi adquirindo ao longo do tempo como professora favoreceu sua reflexão sobre os encaminhamentos e planejamento das aulas. Segundo ela, as dificuldades apresentadas pelos alunos para o entendimento dos conteúdos de Física e o número significativo de reprovações na disciplina foram alguns dos elementos que a motivaram a buscar novos caminhos metodológicos, estratégias de trabalho e planejamento para suas aulas. Ela destaca que quando os alunos passaram a participar do processo, construindo junto com ela o conhecimento, o cenário começou a se modificar, diminuindo, inclusive, o número de reprovações.

*Fui criando novos métodos/ metodologias de ensino fui acompanhando também a evolução da tecnologia, colocando uso da tecnologia dentro da sala de aula. Então diminuiu muito [reprovações] quando o **aluno entrou protagonista do negócio**, não era só eu ensinando, fazendo o processo, **o aluno entrou no processo de construção junto comigo**, e aí que eu consegui mudar um pouco essa ideia e essa estratégia (PROFESSORA ANA).*

O professor Eduardo relata diferentes atividades que são desenvolvidas com os alunos, ele aponta que sua motivação para buscar caminhos alternativos para envolver os estudantes nas aulas tem relação com a necessidade de aproximar e interessar os alunos sobre os conhecimentos trabalhados nas aulas. Segundo o professor, muitas vezes os alunos estão cansados devido a carga horária, característica do ensino médio integrado, e apenas “vencer” o conteúdo não contribui para formação desses estudantes.

*Tem poucos que participam, ai tem os grupos que vão, você percebe que eles vão ficando longe então tem o problema deles dormirem, então volta e meia tem que **desenvolver alguma atividade pra eles trocarem de lugar, ou terem que resolver alguma coisa**, eu não costumo mandar pro quadro mas eu projeto coisas aqui pelo Datashow e **peço pra eles responderem** (PROFESSOR EDUARDO).*

Neste trecho o professor chama a atenção para questões a realidade cotidiana de seus alunos. Para ele a interação pode ser um caminho para superar diferentes situações que estão além de seu planejamento.

b) Interação e motivação dos estudantes

Outro elemento importante para nossa discussão diz respeito ao envolvimento dos estudantes nas atividades propostas pelos professores.

A professora Ana avalia que a participação do estudante depende do entendimento que este tem sobre a construção das aulas, assim se o mesmo conhece e entende os caminhos que o professor percorre para desenvolver um

determinado conteúdo e o porquê do desenvolvimento de certas atividades ele se motiva a participar das aulas. Para ela, o envolvimento dos alunos na construção das aulas e o conhecimento prévio do cronograma de atividades e dos objetivos da aula são determinantes para que o engajamento nas aulas aconteça, pois neste processo os mesmos se sentem participantes do processo educativo e não apenas espectadores.

*Então eu avalio por esse por esse lado essa **questão da participação**, se ele não entendeu o que ele vai fazer, ele não faz, porque para eles é cômodo não fazer ficar só esperando o professor mandar você fazer né. E quando ele se vê participando ele não fica mais em um lugar fixo... (PROFESSORA ANA).*

De acordo com Rockwell (1995) com base em Philips (1972), a interação na escola se organiza mediante as “estruturas de participação”. Segundo a autora, durante as aulas se distinguem diversas situações e formas de comunicação, sobretudo acerca de quem interage e de que maneira o faz durante as atividades.

Logo a compreensão do estudante sobre a organização da aula e comunicação com o professor durante a mesma é determinante para seu posicionamento e engajamento nas atividades. Neste sentido, observamos uma mudança de concepção sobre organização e planejamento das aulas pela professora Ana a fim de engajar seus alunos a participar das aulas e da própria aprendizagem. A motivação de Ana se deu, entre outros motivos, pela percepção dela de que o aluno precisa compreender as formas de organização das aulas e entender seu “lugar” no processo educativo para então participar das aulas.

Já o professor Eduardo destaca que existe mudança de postura de alguns estudantes quando as atividades são desenvolvidas na forma de gincana, pois os mesmos estudantes que durante atividades em sala de aula não se motivam a participar durante as gincanas se engajam e apresentam aprendizagem sobre os conteúdos estudados. Para ele a mudança é muito perceptível e chama a atenção pelo envolvimento dos alunos para construção dos trabalhos e explicação dos conceitos envolvidos.

*[...] A mesma latinha [o professor se refere a uma atividade desenvolvida em sala] o mesmo dispositivo que **na sala eles simplesmente ignoraram, na gincana**, na hora da competição, eles fizeram (risos) curioso. E o que **me chamou atenção** é que eles fizeram correto, **eles sabiam explicar** (PROFESSOR EDUARDO).*

Destacamos que a participação dos estudantes nessas atividades (gincanas) acontece de forma voluntária, fora do horário de aula e que eles recebem premiações quando alcançam os objetivos da gincana. Por outro lado, o professor chama a atenção para a atividade de seminários, que fazem parte das aulas e são realizados com certa periodicidade. Para ele durante os seminários os estudantes se envolvem em discussões sobre os temas e se motivam a buscar caminhos para responder aos questionamentos feitos, sendo assim este momento é interpretado pelo professor como um ponto que chama atenção, pois a realização das perguntas não faz parte da avaliação do seminário.

Cabe ainda uma reflexão acerca da motivação dos alunos para própria aprendizagem. Segundo Gaspar (2014), com base Vygotsky (1986), para aprender, além de pensar é preciso estar disposto. Nesse sentido, a motivação é essencial para o desenvolvimento de um pensamento. Sobre as ações do professor para o

desenvolvimento da aprendizagem com vistas à motivação do aluno o autor destaca que,

Entretanto sua regra será sempre uma: antes de explicar, interessar; antes de obrigar a agir, preparar para a ação; antes de apelar para as reações, preparar para a atitude; antes de comunicar alguma coisa nova, suscitar a expectativa do novo (VYGOTSKY, 2004 apud GASPAR, 2014 p. 181).

Assim entendemos que a preocupação com a motivação dos estudantes está presente na fala dos professores entrevistados, pois os mesmos identificam que a falta de motivação interfere na participação dos alunos nas aulas. Por esta razão os professores buscam caminhos alternativos para incentivar e motivar os estudantes a participar.

c) Relação entre a interação e a aprendizagem dos estudantes

Quanto às relações estabelecidas pelos professores entrevistados entre as formas de encaminhamento das aulas e a aprendizagem dos alunos observamos que a professora Ana ressalta a forma de organização das atividades - que no seu caso são, em sua maior parte, em grupo -, colaboram para a aprendizagem do aluno, pois exige a participação e colaboração com o grupo por meio de ações que muitas vezes não são interpretadas pelos alunos como importantes para aprender Física. São exemplos dessas ações, sintetizar um pensamento, interpretar e analisar uma situação.

O professor Eduardo aponta que a participação dos alunos durante as aulas, sobretudo na apresentação de seminários, contribui para que os mesmos ganhem confiança para fazer perguntas e levantar hipóteses para responder a eventuais questionamentos que possam ser colocados sobre os temas dos seminários. Da mesma forma a participação nas atividades no formato de gincanas envolve os estudantes com o processo de construção do conhecimento que, para o professor, fica evidenciado na apresentação dos trabalhos, explicação dos conceitos físicos envolvidos e construção de aparatos para demonstração.

Sobre a questão da interação com os alunos durante as aulas é interessante destacar a motivação dos professores entrevistados para buscar a participação de seus alunos. Citamos a professora Ana, por exemplo, que entende o momento de interação como oportunidade de aprender a trabalhar em equipe e oportunidade para que o aluno passe a desenvolver formas de pensamento que segundo ela não são comumente trabalhadas na escola.

Considerações Finais

A partir das entrevistas realizadas foi possível delinear aspectos sobre as formas de encaminhamento das aulas pelos dois professores, sua interação com alunos e suas perspectivas sobre a relação entre a forma de encaminhamento da aula e a aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes.

Entendemos que a interação com os alunos nos processos de ensino e aprendizagem é percebida de formas diferentes pelos professores. A interação para a aprendizagem esteve presente nas entrevistas dos dois professores, contudo a intencionalidade na busca pelas interações visando a aprendizagem durante as aulas se diferem. A interação aparece como uma estratégia para a mudança de

perspectiva sobre a dinâmica do processo de ensino e de aprendizagem pelos alunos e como elemento motivador para despertar a curiosidade dos alunos.

Destacamos ainda a importância da realização da investigação com base no contexto e vivências dos sujeitos que fazem parte da realidade escolar, pois a partir destes conhecimentos podemos lançar luz sobre questões relevantes às pesquisas no campo do Ensino de Física.

De nosso estudo destacamos das falas dos professores que a questão da motivação dos alunos e a necessidade de mudança sobre as formas de interação nas aulas são questões essencialmente importantes, que muitas vezes antecedem a busca pelo trabalho visando a ZDI, pois a existência de uma cultura de participação nas aulas e uma lógica de interação construída e constituída na realidade escolar têm influência direta no processo de aprendizagem. Sendo assim, entendemos que a busca pela compreensão das interações no contexto escolar, sobretudo no contexto do ensino de Física, com vistas à realidade escolar dos sujeitos, é um campo frutífero de investigação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

ALVEZ-MAZZOTTI, A; GEWANDSZNADJER, F. **O método das Ciências Naturais e Sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

BIRZNEK, F. C. **As interações Discursivas em aulas de Física no Ensino Superior**: da Consciência Ingênua à Consciência Epistemológica. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curitiba, Paraná, 2018.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física**: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

LESSARD-HÉBERT, M; GOYETTE, G; BOUTIN, G. **Investigação qualitativa: fundamentos e práticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

ROCKWELL, E. De huellas, bardas y veredas: una historia cotidiana en la escuela. In: ROCKWELL, Elsie (org.). **La escuela cotidiana**. Mexico City: Fondo de Cultura Económica, pp. 13-57, 1995.

ROCKWELL, E.; EZPELETA, J. A escola: relato de um processo inacabado de construção. **Currículo sem Fronteiras**, v. 7 n. 2, pp. 131-147, Jul/Dez, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. – 2ª ed. – São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

PHYSICAL EDUCATION EVALUATION INSTRUMENTS

Eduardo Lourenço Fabio de Lima¹, Luiz Fernando da Silva², Wilgner Guilherme Sebold³

¹Instituto Federal Catarinense – IFC Campus Rio do Sul, Graduando em Licenciatura-Física, eduardopcmm@gmail.com

²Instituto Federal Catarinense – IFC Campus Rio do Sul, Graduando em Licenciatura-Física, luiz.ifc.riodosul@gmail.com

³Instituto Federal Catarinense – IFC Campus Rio do Sul, Graduando em Licenciatura-Física, wilgnergui00@gmail.com

Resumo

Apresenta-se parte de uma pesquisa realizada na disciplina de Pesquisa e Processos Educativos IV do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense -*Campus*- Rio do Sul, na qual esta foi realizada com professores de Física atuantes no Ensino Médio de escolas públicas e privadas no Estado de Santa Catarina. Foram realizadas duas coletas de dados, uma em 2018 e outra em 2019. Esta pesquisa teve como objetivo a identificação de como a prática profissional se relaciona com a concepção de docência. Este trabalho traz parte dos resultados da pesquisa realizada pelas duas turmas e tem como objetivos: (i) Identificar e analisar instrumentos utilizados por docentes para avaliar a aprendizagem dos estudantes; (ii) Comparar a concepção dos professores acerca de instrumentos de avaliação a se utilizar no Ensino de Física com a ação. Os dados foram coletados por meio de questionários físicos e eletrônicos. Pela análise, dentro das categorias estabelecidas para a pesquisa, ação e concepção, foi possível obter algumas conclusões de quais instrumentos de avaliação foram mais utilizados como, *Provas Dissertativas*, *Provas Objetivas* e *Observação dos Alunos*. E quais foram tomados como mais relevantes, tais como, *Debates*, *Trabalhos em Grupos* e *Observação dos Alunos*. Assim, foi possível concluir nas categorias de análise a convergência ou divergência em alguns instrumentos de avaliação.

Palavras-chave: Concepção; Instrumento de Avaliação; Avaliação da Aprendizagem.

Abstract

Part of a research carried out in the discipline of Research and Educational Processes IV of the Physics Degree course at the Federal Institute of Santa Catarina -*Campus*- Rio do Sul, in which it was carried out with professors of physics working in Secondary Education in public and private schools in the State of Santa Catarina. Two data collections were carried out, in 2018 and the other in 2019. This research had aimed to identify how professional practice is related to the concept of teaching. This work brings part of the results of the research carried out by the two classes, and aims to: (i) Identify and analyze instruments used by teachers to assess student learning; (ii) To compare the teacher's conception of assessment instruments to be used in Teaching Physics, with action. The collected data were carried out through

physical and electronic questionnaires. Through analysis, within the categories established for the research, action and conception, where it was possible to get some conclusions about which evaluation instruments of the were most used how, *Essay Tests, Objective Tests and Student Observation*. Which were considered to be the most relevant, such as *Debates, Group Work and Student Observation*. Thus, it was possible to conclude in the analysis categories the convergence or divergence in some assessment instruments.

Keywords: Conception; Evaluation Instrument; Learning Assessment.

Introdução

Este trabalho apresenta uma pesquisa desenvolvida na disciplina de Pesquisa e Processos Educativos IV do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense (IFC) -*Campus*- Rio do Sul, por duas turmas, que cursaram a disciplina, respectivamente, em 2018 e 2019. A disciplina nos proporcionou a possibilidade do acesso a conhecimentos da área de Pesquisa em Ensino de Física, assim como, seu histórico, linhas de pesquisa, principais periódicos e eventos. Ao mesmo tempo nos aproximou do universo da pesquisa, e deu subsídios para a elaboração de projeto de pesquisa em Ensino de Física, que pode vir a ser utilizado no Trabalho de Curso.

O projeto para a pesquisa aqui apresentada, foi elaborado coletivamente pela turma de 2018, partindo de uma busca exploratória nos anais do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) entre os anos de 2010 a 2018. Optamos por desenvolvê-la na linha temática “prática docente”, com base em Salem (2012) que menciona que as pesquisas, no que diz a respeito a prática docente, vem sendo pouco abordada. Tendo em vista que a licenciatura que cursamos nos habilita a atuar no Ensino Médio, nosso projeto teve foco na prática docente nesta etapa da Educação Básica.

Considera-se importante encontrar a concepção do professor acerca da sua prática profissional. A concepção de docência pode ter suas origens na licenciatura ou na própria prática. Entende-se como prática profissional a ação docente, que é impregnada de concepções e teorias. Dessa forma, concordamos com Shulman (1987) que afirma que um ato pedagógico completo é um processo de fazer e pensar, que envolve várias etapas. Entre elas, a compreensão do conteúdo, a transformação, o ensino, a avaliação e a reflexão. Para o autor a avaliação inclui a avaliação da aprendizagem dos estudantes e do próprio desempenho didático, durante e após a ação didática

Dessa forma, o projeto de pesquisa buscou entender como a prática docente se relaciona com a concepção do professor e seus saberes, partindo do seguinte problema de pesquisa: **Como a prática profissional se relaciona com a concepção de docência em Física?** Considerou-se como hipótese inicial que a prática do professor de Física diverge da sua concepção de docência em Física, em função de suas condições de trabalho e contexto em que atua.

Foram definidas duas dimensões de análise: **ato pedagógico e ação-reflexão**. Usando as ideias de Bardin (2011), cada dimensão foi categorizada. O objeto deste trabalho é uma das categorias da dimensão ato pedagógico. Trata-se da categoria **formas de avaliação** e suas subcategorias: **ação e concepção**.

O projeto foi apresentado para a turma de 2019 e foi proposta a realização de uma nova coleta e análise de dados. Este trabalho traz parte dos resultados da pesquisa realizado pelas duas turmas, e tem como objetivos: (i) Identificar e analisar instrumentos utilizados por docentes para avaliar a aprendizagem dos estudantes; (ii) comparar a concepção dos professores acerca de instrumentos de avaliação a se utilizar no Ensino de Física, com a ação.

Fundamentos teóricos

De acordo com as ideias de Luckesi (2011), a avaliação da aprendizagem escolar tem sentido quando articulada com o projeto pedagógico. A avaliação, de modo geral, “subsidiar decisões a respeito da aprendizagem dos educandos, tendo em vista garantir a qualidade do resultado que estamos construindo.” (LUCKESI, 2011 p. 45). Desta forma, não deve ser realizada a avaliação, sem que esteja articulada com o projeto político pedagógico da escola.

Carvalho e Gil-Pérez (1992) afirmam que a avaliação pode transformar o processo de aprendizagem, sendo utilizada como um instrumento efetivo de aprendizagem. Para isto, é necessário que os professores diferenciem, “aspectos - conceituais, de procedimentos e atitudes da aprendizagem das Ciências” (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011, p. 60).

O processo de avaliação, principalmente na área da Física, é constituído basicamente por provas ou listas de exercícios realizadas na maioria das vezes de forma individual. Esse tipo de avaliação, tem por finalidade a **verificação** da aprendizagem do educando, e de acordo com Luckesi (2011), a verificação encerra-se na obtenção do dado que se busca, ou seja “vê-se” ou “não vê-se”. O que neste formato de avaliação tem sentido, pois o educador “vê” ou “não vê” no educando, a assimilação do conteúdo.

Para Carvalho e Gil-Pérez, atividades em grupo também podem ser objeto para avaliação da aprendizagem:

É necessário [...] ampliar a avaliação para além daquilo que compõe a atividade individual dos alunos: a avaliação de aspectos como ambiente de aula, o funcionamento dos pequenos grupos, as intervenções do professor etc. contribuem para romper a concepção da avaliação como simplesmente julgamento dos alunos e a fazê-los sentir que realmente se trata do acompanhamento de uma tarefa coletiva. (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011, p. 61).

Desta forma, se existe o desejo de exercitar uma boa prática docente, é evidente que deve-se ter uma boa articulação entre a metodologia de ensino e os métodos de avaliação a utilizar. “A avaliação da aprendizagem é um mecanismo subsidiário do planejamento e da execução. É uma atividade subsidiária e estreitamente articulada com a execução” (LUCKESI, 2011, p. 168).

Metodologia

O projeto envolveu a elaboração e a aplicação de questionários com professores de Física do Ensino Médio. Para a categoria **Formas de Avaliação**, objeto deste trabalho, foram elaboradas duas questões do tipo Likert (Quadro 1), uma para cada subcategoria.

Quadro 1 – Enunciado das questões e respectivas subcategorias

Categoria	Subcategoria	Questão
Formas de Avaliação	Concepção	(Q5) Expresse na questão o grau de importância, para a avaliação em Física, que você atribui aos instrumentos (formas de avaliação).
	Ação	(Q6) Expresse sua opinião com relação ao grau de utilização, nas suas aulas, de cada um dos instrumentos (formas de avaliação).

Fonte: os autores (2018)

Para a subcategoria ação, adaptamos uma das questões aplicadas por Pytlowanciw (2017, p. 131-132) utilizando as mesmas afirmativas, e a mesma escala (frequência), com cinco possibilidades de resposta: nunca (1), raro (2), frequente (3), muito frequente (4) e sempre (5). O objetivo desta questão (Q6) era: sondar a frequência de utilização dos instrumentos de avaliação, sendo que o questionado possuía onze afirmativas para se manifestar.

Já na questão Q5, utilizamos as mesmas afirmativas porém com uma escala de importância já que o objetivo seria: sondar o nível de importância atribuído à instrumentos de avaliação. O entrevistado poderia manifestar-se nas afirmativas, assinalando uma das seguintes opções: Sem importância (1), Pouco importante (2), Importante (3), Muito importante (4) e Extremamente importante (5).

Em 2018 o questionário foi impresso e distribuído a 20 professores de Física da região do Alto Vale do Itajaí/SC, acompanhado do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A turma de 2019, optou por transformar o questionário em formato eletrônico, encaminhado o link deste por correio eletrônico a 102 professores de Física de Santa Catarina, atuantes em escolas de Ensino Médio, cujo e-mail tivemos acesso.

Após a coleta, os dados foram organizados em tabelas e gráficos, com o objetivo de facilitar a análise e tratamento destes dados. Para cada afirmativa das questões, foi feita uma média ponderada, utilizando o mesmo tratamento feito por Pytlowanciw (2017). Na sessão seguinte serão apresentados os resultados das questões Q5 e Q6, obtidos nos anos de 2018 e 2019.

Resultados e discussão

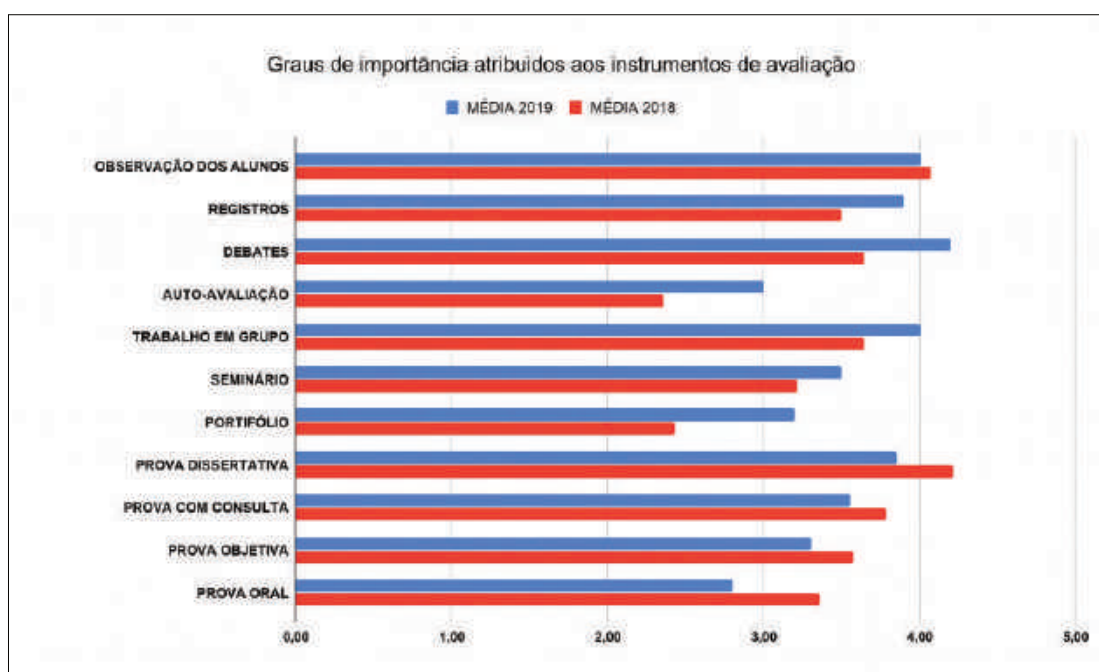
Em 2018 o questionário foi respondido por 14 professores que trabalham em escolas públicas e privadas. Dentre os que trabalham em escola pública 42,9% trabalham em duas escolas, 42,9% trabalham em uma escola. Já 14,3% não trabalham em escolas públicas. Sendo que dois participantes lecionam tanto em escolas particulares como públicas, e dois lecionam apenas em escolas particulares. Referente a formação destes professores, 6 participantes são licenciados em Física, e dentre esses, 2 estão realizando uma segunda graduação em outra área, 5 são licenciandos em Física e 1 dos participantes é licenciando em outra área. Já outros 2 são graduados em outras áreas. Entre os participantes, 8 não possuem pós-graduação, 2 possuem pós-graduação lato sensu e 4 pós-graduação stricto sensu (mestrado).

Em 2019 obtivemos 20 respostas, ou seja, um retorno de 19,2% dos questionários enviados. Pelos dados, 17 professores atuam em escolas públicas e 3 não atuam em escolas públicas e sim em escolas privadas, sendo que desses 3,

dois atuam em duas escolas e 1 em apenas uma. Dos que atuam em escola pública 52,9% atuam apenas em uma escola, já 23,5% atuam em duas escolas e 23,5% atuam em três escolas. Entre esses participantes, 11 são licenciados em Física, 9 licenciandos em Física. Dos participantes, 10 possuem pós-graduação lato sensu, 3 possuem pós-graduação stricto sensu (mestrado) e 7 não possuem pós-graduação.

Quanto aos resultados apresentados na Figura 1, é possível observar uma convergência nos dados de ambos os anos, tendo um alto grau de importância no que diz respeito ao instrumento de avaliação *Observação dos Alunos*. Entretanto, quanto ao instrumento de avaliação *Portfólio*, há uma divergência quanto ao grau de importância dado pelos professores. Sendo que, referente aos dados de 2018, apresenta-se uma média superior aos dados de 2019, ou seja, o grau de importância dado pelo grupo de 2018 é maior que o grau de importância dado pelo grupo de 2019.

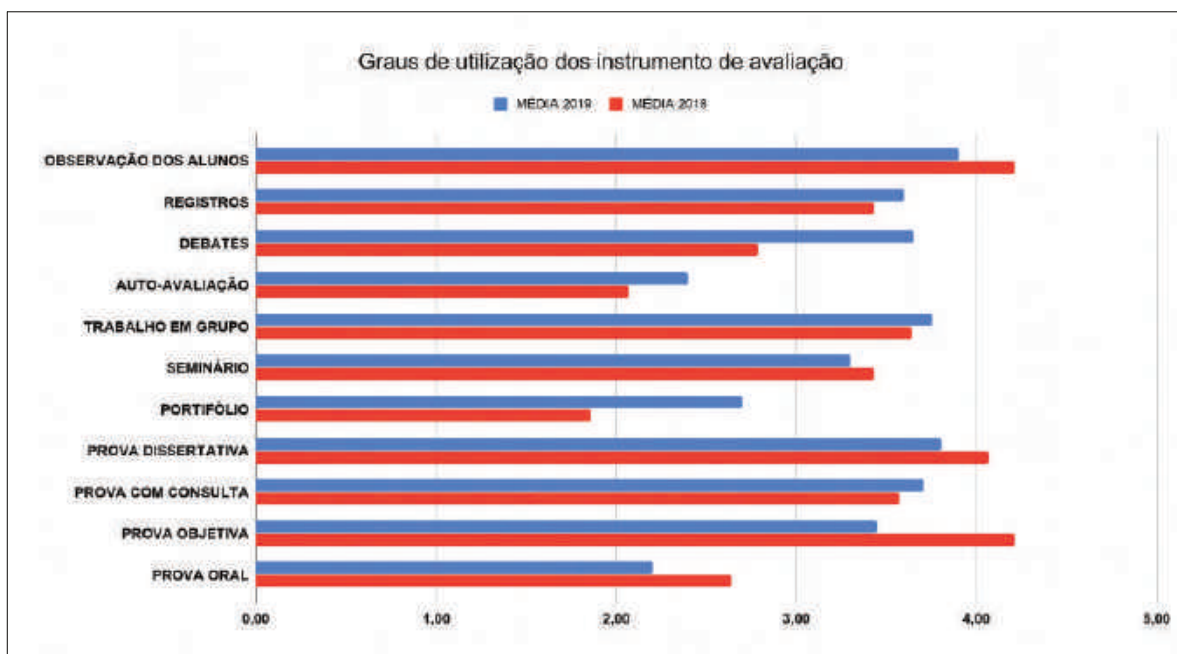
Figura 1 - Gráfico referente às médias da questão 5 (2018 e 2019)



Fonte: autores (2019)

Na Figura 2, percebe-se uma contradição no que diz respeito às categorias concepção e ação, referente aos instrumentos de avaliação dos professores. Quanto aos dados de 2018 é possível notar que o grau de importância dado a *Prova Objetiva* não condiz com o grau de utilização. Uma vez que, o grau de importância dado a este instrumento é menor do que sua utilização como ferramenta de avaliação.

Os dados de 2019, referente ao instrumento de avaliação *Prova Dissertativa*, há uma conformidade entre as categorias ação e concepção, visto que este instrumento é considerado importante e possui uma utilização frequente.

Figura 2 - Gráfico referente às médias da questão 6 (2018 e 2019)

Fonte: autores (2019)

As figuras (1 e 2) mostram as médias obtidas com as respostas de cada grupo para as afirmativas, por questão. Para comparar a concepção e ação de cada um dos grupos, apresenta-se a tabela 1.

Tabela 1 - Tabela comparativa das médias das questões Q5 e Q6 nos anos de 2018 e 2019.

Instrumentos	Grupo 2018		Grupo 2019	
	Concepção (Q5)	Ação (Q6)	Concepção (Q5)	Ação (Q6)
Observação dos alunos	4,07	4,21	4,00	3,90
Registros	3,50	3,43	3,90	3,60
Debates	3,64	2,79	4,20	3,65
Auto-avaliação	2,36	2,07	3,00	2,40
Trabalho em grupo	3,64	3,64	4,00	3,75
Seminário	3,21	3,43	3,50	3,30
Portfólio	2,43	1,86	3,20	2,70
Prova Dissertativa	4,21	4,07	3,85	3,80
Prova com Consulta	3,79	3,57	3,55	3,70
Prova Objetiva	3,57	4,21	3,30	3,45
Prova Oral	3,36	2,64	2,80	2,20

Fonte: autores (2019)

De acordo com os gráficos e tabelas acima temos que, no Ensino de Física, as principais formas de avaliação geralmente são: relatórios, provas e soluções de problemas, talvez por serem maneiras mais dinâmicas e fáceis para o docente

avaliar a aprendizagem.

Ao analisar a Tabela 1, nota-se que avaliações como *Prova Dissertativa*, *Prova com Consulta* e *Prova Objetiva*, possuem um grau de importância considerável, porém, estão deixando de ser tão relevantes devido a uma diminuição dessas médias. Uma possível hipótese, seria que os professores estão percebendo que a aplicação desses instrumentos avaliativos, não estão agregando na aprendizagem do aluno, se tornando somente uma forma de decorar o conteúdo e posteriormente, quando não mais solicitado esse conteúdo, o aluno acabará esquecendo-o.

Considerações finais

Na comparação das questões Q5 e Q6 nas médias dos dois anos, é possível observar que a diferença se dá nos seguintes instrumentos: *Debates*, *Trabalhos em Grupos* e *Portfólio*. Dessa forma, é possível concluir a diferença do nicho dos docentes que participaram da pesquisa em ambos os anos. Além disso, é perceptível que os participantes consideram esses instrumentos de avaliação importantes, porém não buscam utilizá-los como forma de avaliação.

Podemos também concluir que, a visão de ambos os grupos sobre instrumentos de avaliação, observada nas médias da Q5 é diferente. Contudo, essa diferença traz indícios sobre o que pensam os grupos de professores (2018, 2019) sobre a avaliação da aprendizagem de conceitos físicos. Relacionando com os dados da Q6, pode-se notar as diferenças e pontos de convergência entre o pensar e o fazer.

É importante lembrar que o professor é o responsável por planejar e implementar a avaliação nas turmas, tornando-se um dos elementos principais de um evento educativo, pois depende diretamente do conhecimento do professor e de sua prática. Logo, se faz necessário considerar suas concepções e intenções a respeito da avaliação. Tendo ainda que levar em conta aspectos sociais e educacionais no contexto em que está inserido.

O item referente à *Prova Dissertativa*, aponta que o professor pode estar em estado de inércia, pois descreve uma prática avaliativa que não contribui para o desenvolvimento do estudante. Repetindo assim os métodos pelo qual possivelmente foi avaliado. Utilizar este tipo de avaliação, pode ser entendido de acordo com Luckesi (2011), como uma forma do professor “avaliar” e quantificar a compreensão de conceitos por parte dos alunos.

Já o item *Debates*, por exemplo, é considerado importante pelos participantes das pesquisas de 2018 e 2019, porém, não utilizam deste instrumento como forma de avaliação. De acordo com Luckesi (2011), instrumentos de avaliação, no qual os alunos são sujeitos ativos, perante o processo de ensino-aprendizagem, são instrumentos que auxiliam o professor a “verificar”, se houve ou não aprendizagem por parte do aluno, ou seja, “se vê” ou “não vê” no aluno, a abstração do conteúdo proposto.

Os resultados que obtivemos na Q6, tem pontos de convergência e divergência em comparação aos resultados obtidos por Pytlowanciw (2017). Vale lembrar que a pesquisa desenvolvida pela autora, foi realizada com 76 professores de Ensino Médio, localizados nas cidades de Florianópolis/SC e Ponta Grossa/PR, graduados nas áreas de Ciências (Biologia, Física, Química e Matemática).

Nossa pesquisa se restringiu ao estado de Santa Catarina (SC), devido a limitação de recursos disponíveis, para obtenção de dados nos demais estados, tendo assim poucos dados obtidos devido ao número de participantes. Em virtude disto, uma sugestão de continuação desta pesquisa é que ela seja realizada com professores de outras regiões do Brasil. Para assim compreender com clareza a metodologia (concepção e ação) que os professores utilizam. Em vista disso, há uma boa perspectiva de compreensão em relação às categorias de avaliação, uma vez que, temos dados referentes aos graus de importância e grau de utilização.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. Rev. Téc. Anna Maria Pessoa de Carvalho. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011.127p

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

PYTLOWANCIW, R (2017). **A avaliação formativa no Ensino de Ciência na ótica de professores**. Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC. Florianópolis. Dissertação (Mestrado).

SALEM, Sonia. **Perfil, evolução e perspectiva da Pesquisa em Ensino de Física no Brasil**. 2012. 385 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the new Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

BOBINA DE TESLA E OUTROS ORGANIZADORES AVANÇADOS AUSUBELIANOS PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA

TESLA COIL AND OTHER AUSUBELIAN ADVANCED ORGANIZERS FOR TEACHING ELECTRODYNAMICS

Antony M. M. Polito¹, Ingrid de S. R. Duarte²

¹ Universidade de Brasília/ Instituto de Física/antony.polito@gmail.com

² Secretaria de Educação do Distrito Federal/CEMAB/ingnyilton@ingridduarte.com.br

Resumo

Na busca de estratégias para aperfeiçoar a aquisição, a retenção e a utilização do conhecimento em eletromagnetismo, apresentamos as principais ideias associadas com uma abordagem ausubeliana que faz uso do conceito de *organizador avançado*. Nosso principal objetivo é abordar a eletrodinâmica segundo a sua *interpretação causal*, desenvolvendo progressivamente os conceitos gerais de eletrostática, de magnetostática e de eletrodinâmica. Atribuimos a função de organizadores avançados a cada um dos experimentos – o *gerador de Van de Graaff*, o *eletroímã*, o *experimento de Faraday*, culminando com a *bobina de Tesla* – conjuntamente articulados com os seus respectivos diagramas e esquemas conceituais, construídos com base nos diagramas conceituais que estruturam as subáreas concernentes. Tais organizadores avançados devem ser articulados de modo a serem partes integrantes de uma sequência de aprendizagem, de tal modo que os potenciais subsunçores possam ser progressivamente providos e, finalmente, assimilados.

Palavras-chave: Indução Eletromagnética, Campo Eletromagnético, Bobina de Tesla, Aprendizagem Significativa, Organizadores Avançados.

Abstract

Searching for strategies to improve the processes of acquisition, retention and utilization of knowledge in electromagnetism, we present the main ideas associated with an ausubelian approach that take advantage of the concept of *advanced organizer*. Our main goal is to address the electrostatics, magnetostatics and electrostatics in accordance with the *causal interpretation*, progressively developing the general concepts of electrostatics, magnetostatics and electrostatics. We attribute the function of advanced organizers to each one of the experiments – the *Van de Graaff generator*, the *electromagnet*, the *Faraday's experiment*, culminating with the *Tesla coil* – conjointly articulated with their respective conceptual diagrams and schemes, build from the conceptual diagrams that structure the corresponding subareas. These advanced organizers must be articulated as integrated pieces of a learning sequence, in such a way that the potential subsumers can be progressively provided and, eventually, assimilated.

Keywords: Electromagnetic Induction, Electromagnetic Field, Tesla Coil, Meaningful Learning, Advanced Organizes.

Introdução

Apresentamos os resultados ulteriores do desenvolvimento de uma *estratégia ausubeliana para o ensino do eletromagnetismo*, cujas ideias se articulam em torno de *experimentos como base para a construção de organizadores avançados*, o principal deles apresentando grande valor técnico, didático e histórico: a *bobina de Tesla*. Essa abordagem foi aplicada, inicialmente, na elaboração de um *produto educacional*, no âmbito do MNPEF-Polo UnB (DUARTE, 2019). A bobina de Tesla consiste em um conjunto de dois solenoides indutivamente acoplados (um *transformador ressonante*), cuja operação permite gerar campos eletromagnéticos de elevada intensidade. É um dispositivo cuja riqueza conceitual e o potencial didáticos são enormes. Com ele, é possível estudar todas as leis fundamentais e os fenômenos básicos da eletrodinâmica clássica, de forma completamente integrada.

Julgamos que esse tipo de estratégia apresenta vantagens, sobretudo quando se considera o alto grau de fragmentação que caracteriza a apresentação dos conteúdos do eletromagnetismo, no Ensino Médio. A proliferação de casos particulares desarticulados – e de fórmulas isoladas, para cada um deles – parece contribuir para a confusão conceitual dos estudantes e para sua dificuldade de aplicação do conhecimento adquirido para além da mera repetição dos esquemas já apresentados – quando estes não são, rápida e definitivamente, esquecidos.

A sequência de aprendizagem originalmente desenvolvida envolveu uma escalada, em estágios sucessivos, que lançou mão, extensivamente, de organizadores avançados (AUSUBEL, 2000). O objetivo foi seguir na direção de ganhar cada vez mais amplitude e generalidade, mas também detalhamento e especificidade – *“montando”, conceitualmente, a bobina de Tesla, a partir de três experimentos mais elementares* –, com o fim de chegar a abordar toda a fenomenologia e a teoria do eletromagnetismo, de modo concreto e integrado, ainda que, eminentemente, qualitativo. Aspectos quantitativos podem ser explorados, em muitos graus de profundidade, de acordo com necessidades e circunstâncias específicas.

De todo modo, nosso objetivo, aqui, não é descrever uma sequência didática, analisar uma aplicação ou fazer um estudo de caso. Nosso trabalho é teórico e propositivo. A ideia é mostrar como é possível utilizar os organizadores avançados elaborados para sustentar não uma, mas muitas possíveis sequências didáticas. A menção a uma sequência didática específica – aquela que deu suporte ao produto educacional desenvolvido – serve apenas para chamar a atenção para um fato importante: para satisfazer as exigências da teoria ausubeliana, os organizadores devem operar *contextualmente*, para permitir que o aprendiz, saindo de um determinado estágio de conhecimento bem definido, possa atingir um estágio final, igualmente bem definido. A estrutura que consideramos a mais adequada para articular o conjunto de organizadores avançados é, precisamente, uma sequência didática. Cada sequência didática elaborada é um caminho possível para alcançar o estágio final. E esses caminhos podem ser diferentes, ainda que os organizadores sejam os mesmos, pois tudo depende dos objetivos instrucionais que se tem em mente e do material instrucional que se tem à disposição.

Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel

No momento de se decidir por um enquadramento teórico, na prática educacional, que faça uso de alguma *teoria psicológica de aprendizagem*, é

fundamental ter em mente o que se quer e o que se supõe ser o processo de aprendizagem, para não aderir de modo acrítico a esquemas de explicação que não espelhem o conjunto prévio de *pressupostos normativos* assumidos pelo educador (POLITO, COELHO, 2018). Seguindo Ausubel, na sua *teoria de aprendizagem significativa*, partimos dos pressupostos de que (i) o pensamento conceitual, proposicional e categórico só é possível se ele for fundado em uma estrutura cognitiva altamente hierarquizada, em que as representações conceituais e proposicionais estejam organizadas e articuladas em graus crescentes de generalidade e de abstração; e de que (ii) a capacidade crítica e reflexiva do pensamento deve ser uma função direta dos graus de amplitude, sofisticação e integração dos elementos da estrutura cognitiva.

Isso posto, quando se pensa em aprendizagem significativa, é natural concentrar-se em estratégias pedagógicas que busquem produzir mudanças nessas estruturas, mas que levem em consideração, primordialmente, seu modo hierárquico de organização. Supõe-se que, quando esse requisito é cumprido, as estratégias pedagógicas aumentam consideravelmente suas rapidez e eficiência no processo de modificação substancial e estável das estruturas cognitivas (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2000). No que se refere à eficiência e à rapidez do processo de aprendizagem, Ausubel defende a superioridade da aprendizagem por recepção sobre a aprendizagem por descoberta. E isso se deve justamente ao fato de, supostamente, ser a estrutura cognitiva hierarquizada. Se tal suposição for verdadeira, o ensino baseado na exposição sistemática a materiais instrucionais externa e hierarquicamente organizados parece ser logicamente o mais adequado para conduzir o processo de assimilação que tire máxima vantagem da *potencial homogeneidade* entre as estruturas conceituais interna e externa aos sujeitos.

Um conceito fundamental, na teoria de Ausubel é o de *subsunçor*. O subsunçor é um objeto conceitual interno – uma representação conceitual ou proposicional – que funciona como uma *estrutura potencialmente assimiladora*, onde objetos conceituais externos podem ser conectados para, em seguida, interagir com o restante da estrutura, modificando-a. Logo, é necessário que os subsunçores existam na estrutura cognitiva dos sujeitos e estejam prontos para se relacionar de forma determinada e substantiva com o conhecimento externo. Na ausência dos requeridos subsunçores, Ausubel destaca a importância do uso dos *organizadores avançados*. Eles são materiais instrucionais que devem ser capazes de prover os subsunçores ausentes, mas devem, sobretudo, atuar como mediadores que permitam efetuar sua conexão imediata com o novo conhecimento. Muito embora devam já apontar para as particularidades desse novo conhecimento, os organizadores avançados só devem funcionar como efetivos estruturadores do processo de assimilação se eles próprios tiverem uma estrutura mais geral e inclusiva do que aquela do conjunto de objetos conceituais externos a serem assimilados.

Subsunçores e Organizadores Avançados para o Ensino de Eletrodinâmica

O produto educacional originalmente elaborado consistiu de uma sequência de aprendizagem, em oito etapas, cujo objetivo era abordar, de modo gradativamente mais integrado, todas as leis do eletromagnetismo, por meio de uma sucessão de organizadores avançados – *aí incluídos cada um dos experimentos, articulados com os seus respectivos esquemas de funcionamento e diagramas*

conceituais, construídos com base em diagramas teóricos que estruturam todas as subáreas do eletromagnetismo clássico. Os organizadores avançados, por si sós, não podem constituir, evidentemente, toda a sequência didática, mas são pontes essenciais para conectar os materiais instrucionais que, por sua vez, devem introduzir sistematicamente a teoria e suas aplicações.

A despeito da liberdade que se tem de produzir sequências didáticas ausubelianas, é estritamente necessário que pelo menos uma de suas etapas seja dedicada à prospecção dos potenciais subsunçores requeridos. Tais subsunçores estão associados com os seguintes conceitos, os quais supomos suficientemente gerais: (i) *matéria, portadora de inércia e de propriedades que permitem sua interação com campos*; (ii) *campo de forças (estático), ente imaterial que atua sobre a matéria por meio de forças*; (iii) *força produzida por um campo (estático) sobre a matéria*; (iv) *carga-fonte* (propriedade da matéria, geradora de um campo de forças); (v) *carga-teste* (propriedade da matéria, enquanto sujeita à ação da força produzida por um campo); (vi) *corrente* (carga em movimento); (vii) *causalidade*; (viii) *sistemas de referência* e (ix) *propagação ondulatória*. Tais subsunçores são supostos terem sido obtidos previamente através do estudo da mecânica e da gravitação newtonianas.

Os organizadores avançados, propriamente ditos, foram distribuídos, na sequência original, respectivamente, nas etapas que vão da segunda até a sexta. Sua descrição detalhada – experimentos, diagramas e esquemas conceituais – e os principais passos que seguimos na execução dessas etapas estão descritos na dissertação de mestrado que apresenta o produto educacional (DUARTE, 2019). A título de completeza, observamos que a sétima etapa da sequência original foi constituída por atividades de detecção dos campos eletromagnéticos produzidos pela bobina de Tesla, por meio de antenas (linear e circular), enquanto a oitava etapa foi destinada à prospecção de indícios de aprendizagem significativa.

Eletrostática e Magnetostática: Gerador de Van de Graaff e Eletroímã

Os dois primeiros organizadores avançados, utilizados para prover conceitos basilares de *eletrostática* e de *magnetostática*, foram os conjuntos de *instrumentos didáticos* elaborados em torno do *gerador de Van de Graaff* (no regime estático) e do *eletroímã* (no regime estacionário). *Sua utilização precípua deve se dar precisamente quando houver a constatação de que os potenciais subsunçores requeridos – acima listados – não se encontram suficientemente desenvolvidos.*

Seus diagramas de conceitos organizam o material mais *específico* – os conceitos de *campo* e de *força eletrostáticas*, de *campo magnetostático*, de *força magnética*, de *cargas elétricas positiva e negativa* (como propriedades especiais *portadas* por determinados tipos de matéria), de *correntes elétricas positiva e negativa* (como movimentos dos respectivos portadores de carga) e de *condutores e isolantes* (materiais que permitem ou não o movimento dos portadores de carga) – em termos daqueles potenciais subsunçores, cujo conteúdo é mais *genérico*.

O gerador (carregado, estático) e o eletroímã (regime estacionário) são organizadores avançados não apenas do tipo *expositivo*, mas também do tipo *comparativo*, porque sua comparação com o funcionamento da bobina de Tesla permitirá enfatizar os conceitos mais avançados, onde os campos são dinâmicos. A explicação da eletrostática (magnetostática) a partir do gerador de Van der Graaff (eletroímã) envolve diretamente apenas duas leis, que especificam o divergente e o rotacional do campo elétrico (magnético) como *vínculos*, mas não implicam

nenhuma dinâmica. Todos esses fatos devem ser explicados, de maneira eminentemente *qualitativa* e, ainda que não seja possível definir os conceitos matemáticos de divergência e de rotacional, é possível e é necessário fornecer o seu conteúdo *intuitivo*.

O gerador de Van der Graaf representa o âmbito da eletrostática apenas no regime em que já está completamente carregado. Da mesma forma, o eletroímã representa o âmbito da magnetostática apenas quando as correntes são estacionárias. Porém, ao final de uma sequência, é interessante voltar a ambos para realizar o que Ausubel chamava de *reconciliação integradora*, mostrando que o gerador, em *processo de carregamento*, e o eletroímã, em *regime de correntes variáveis*, também produzem campos elétricos e magnéticos *dinâmicos*.

Indução Eletromagnética e Causalidade: o Experimento de Faraday

O terceiro organizador avançado elaborado serve para introduzir, pela primeira vez, o campo da *eletrodinâmica* – conjunto de todos os fenômenos envolvidos na interação *dinâmica* entre cargas e correntes elétricas – e o fenômeno de *indução eletromagnética*, porém, de uma perspectiva mais *geral*. Isso significa discutir os problemas relacionados com a *descrição causal em diferentes sistemas de referência* e as *propagações locais de causalidade implicadas pela dinâmica dos campos*.

Ao contrário do que se costuma encontrar em livros-texto mais elementares, a explicação fundamental do fenômeno de indução eletromagnética deve levar em consideração não apenas a *lei de Faraday-Maxwell* ou a *lei de força de Lorentz* – a depender do sistema de referência utilizado –, mas também a *lei de Ampère-Maxwell*, pois, sem o acoplamento de ambas as equações dinâmicas, não existe propagação local de causalidade (SAVAGE, 2012). De acordo com nossa abordagem ausubeliana, é fundamental introduzir os conceitos de *causalidade* e de *sistema de referência* como potenciais subsunçores para compreender a eletrodinâmica, de onde surge o *papel precípua do experimento de Faraday*, enquanto organizador avançado.

O experimento clássico que ilustra esse conceito se constitui do movimento relativo entre um magneto (ou um eletroímã) e um circuito condutor secundário (conectado com um galvanômetro). Em geral, o objetivo consiste apenas em apresentar a indução eletromagnética como uma forma alternativa para a geração de corrente elétrica num condutor – por movimento relativo e não pela imposição de uma d.d.p., por meio de baterias, como já deve ser conhecido pelos estudantes. Se todo o objetivo fosse apenas esse, seria suficiente invocar a *lei geral de indução*, que *associa* a criação de uma força eletromotriz à variação total do fluxo de campo magnético através do circuito secundário. A lei geral de indução vale para qualquer situação de movimento relativo, mas fazer uso dela é adequado somente quando não há interesse algum em discutir a causalidade envolvida no fenômeno.

Porém, se queremos ir além e explicar qual é o verdadeiro papel causal desempenhado pela variação do fluxo de campo magnético, é preciso fazer uma opção entre dois caminhos pedagógicos possíveis: ou se adere a uma explicação não causal, baseada em “ação instantânea à distância” – o que equivale a uma descrição *efetiva*, mas, a rigor, *falsa*, do fenômeno de indução eletromagnética – ou se discute a propagação local de causalidade envolvida na dinâmica dos campos.

Nesse último caso, é preciso introduzir explicações diferenciadas. No caso em que o magneto (eletroímã) é estacionário e o circuito secundário se move, a lei

que deve ser invocada é a lei de força magnética. No caso em que o circuito secundário é estacionário e o magneto (eletroímã) é que se move, a geração de corrente se deve à dinâmica de propagação dos campos e, nesse caso, além da lei de força elétrica, tanto a lei de Faraday-Maxwell quanto a lei de Ampère-Maxwell devem ser invocadas. (Estamos ignorando, nessas situações, as ações das forças eletromagnéticas internas entre as cargas no interior dos condutores, que surgem em virtude de suas acelerações, bem como suas mútuas forças de reação.)

É fundamental explicar que essas diferenciações se devem ao fato de que as *explicações causais* estão associadas à escolha de um determinado sistema de referência inercial, a partir do qual os fenômenos são *observados*, e que nenhuma corrente elétrica pode surgir, no referencial em que as cargas elétricas estão inicialmente em repouso, sem a presença de um campo elétrico. Portanto, a corrente elétrica induzida, no caso do condutor estacionário, deve ser produzida por um campo elétrico induzido. Se apenas queremos estabelecer a conexão *instantânea* entre o movimento do magneto e a geração de corrente induzida no condutor, então, aparentemente, apenas as leis de Faraday-Maxwell e a lei de Ampère (sem corrente de deslocamento) são suficientes – tudo se passaria como se as correntes carregassem *rigidamente* o campo magnético e esse movimento global fosse *instantaneamente* acompanhado pela geração de campo elétrico induzido.

Porém, essa explicação é, a rigor, equivocada, pois elimina o caráter dinâmico dos campos. A explicação baseada exclusivamente na lei de Faraday-Maxwell (ainda que com o suporte da lei de Ampère) só é (relativamente) aceitável no caso de movimentação do magneto em baixas velocidades, mas, todo o conteúdo causal, associado à propagação local, é perdido. Isso, aliás, tem gerado o equívoco conceitual de se afirmar que a causa da produção de um campo elétrico induzido é a variação temporal do fluxo de campo magnético, quando, em primeiro lugar, em processos envolvendo “ação à distância” – ou seja, instantâneos –, não faz sentido falar em causa e efeito: ambos os processos são simultâneos e o que há é uma mera correlação espaço-temporal (HILL, 2010, 2011). Em segundo lugar, uma interpretação causal da lei de Faraday-Maxwell diz exatamente o *oposto*: a *causa* é o surgimento de rotacional não nulo de campo elétrico e o *efeito* é a variação temporal do campo magnético (SAVAGE, 2012).

A explicação causal correta do processo indutivo envolvido no experimento de Faraday é a seguinte: quando o magneto (ou o eletroímã) se movimenta, ocorre a movimentação conjunta das correntes eletrônicas (elétricas). Essa movimentação local das correntes é equivalente a uma variação espaço-temporal na densidade local de correntes. Pela lei de Ampère-Maxwell, a variação local da densidade de correntes *causa* uma variação temporal local do campo elétrico. Mas, sendo a variação local, automaticamente o campo elétrico desenvolve localmente rotacional não nulo, o que, pela lei de Faraday-Maxwell, *causa* a variação temporal local do campo magnético. Essa variação temporal do campo magnético vem acompanhada de rotacional não nulo, retroalimentando a variação temporal do campo elétrico, a partir da lei de Ampère-Maxwell, o que dá sequência ao processo, retroalimentando a variação temporal do campo magnético, a partir da lei de Faraday-Maxwell.

A propagação conjunta de variação temporal dos campos elétrico e magnético mutuamente induzidos – chamados *campos retardados* – atinge o circuito condutor, mas é o campo elétrico que, pela lei de força elétrica, promove, finalmente, uma corrente elétrica induzida. Como o pulso de variação temporal de campo magnético induzido acompanha o pulso de campo elétrico induzido, é fácil cometer o

equivoco de associá-lo a uma causa, mas ele não tem – e nem pode ter – papel causal algum, nessas circunstâncias.

Eletrodinâmica: Efeitos Imediatos do Acoplamento Indutivo na Bobina de Tesla

Curiosamente, embora a explicação causal do experimento de Faraday envolvendo movimento relativo seja bastante convoluta, no caso da bobina de Tesla, essa explicação se torna relativamente simples, pois ambos os circuitos estão em repouso e a variação na densidade de correntes é produzida não pela sua movimentação relativa, mas sim pela aplicação de potência externa a um dos circuitos. Novamente, podemos optar por dois caminhos: se queremos descrever o processo de acoplamento indutivo como um processo não causal, mas efetivo, de “ação à distância” e, portanto, simultâneo, é suficiente invocar a lei de Faraday-Maxwell (com o suporte da lei de Ampère). Por outro lado, se queremos explicar o acoplamento indutivo através de propagação local de causalidade, devemos também invocar, conjuntamente, as leis de força e a lei de Ampère-Maxwell. De todo modo, ainda que, no acoplamento indutivo entre as bobinas, a explicação causal possa ser evitada, em favor de uma descrição efetiva, isso já não será possível no caso da explicação da geração de *ondas eletromagnéticas*, a longas distâncias, pela oscilação da bobina de Tesla – o que estamos chamando de *efeitos remotos*.

Seja qual for a opção que se faça, a bobina de Tesla é o quarto organizador avançado da sequência e serve para introduzir, pela primeira vez, os conceitos e os fenômenos de *produção de campos eletromagnéticos variáveis no tempo* e de *propagação ondulatória de campos eletromagnéticos*. O experimento da bobina de Tesla pode ser compreendido, conceitualmente, como sendo dividido em três partes, para cujo entendimento é necessário invocar todas as leis do eletromagnetismo.

A primeira parte refere-se ao fenômeno de acoplamento indutivo entre as bobinas primária e secundária. Todo o fenômeno é dirigido pelo circuito primário, que gera uma corrente alternada no circuito secundário. A segunda parte da estrutura conceitual do experimento da bobina de Tesla só depende, na sua maior parte, do comportamento da bobina secundária. O primeiro efeito da corrente alternada é uma acumulação alternada de cargas, no topo da bobina secundária, que gera, em todo o espaço, um campo elétrico variável no tempo, oscilante. O segundo efeito da corrente alternada é a produção de campo magnético variável, em virtude da corrente alternada que percorre ambas as bobinas.

A propósito, a etapa cinco da sequência original consistia na apresentação dessas duas primeiras partes – os *efeitos imediatos* do acoplamento indutivo – por meio do experimento e de seus esquemas e diagramas conceituais. O padrão dinâmico dos campos elétrico e magnético, produzidos apenas por esses efeitos imediatos, pode ser visualizado através de uma interessante simulação da bobina de Tesla¹.

A terceira parte também só depende, na sua maior parte, do comportamento da bobina secundária. Ela tem a ver com a propagação local de campo eletromagnético, por meio de mútuas induções – explicada conjuntamente pelas leis de Faraday-Maxwell e de Ampère-Maxwell –, o qual é observado no infinito como uma onda irradiada. Essa terceira parte foi apresentada nas etapas seis e sete da sequência originalmente elaborada.

¹ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=VrUQjQEMho4> > . Acesso em 6 de out. de 2017.

Campos Eletromagnéticos e Efeitos Remotos: Comparação entre a Bobina de Tesla, o Gerador de van de Graaff e o Eletroímã

Na etapa seis, da sequência original, a ideia geral foi fazer uma comparação entre os princípios de funcionamento e os efeitos produzidos no gerador de Van de Graaff e no eletroímã, por um lado, e na bobina de Tesla, por outro, por meio do cotejamento entre seus respectivos diagramas de conceitos e de circuitos. Embora não julguemos essa comparação estritamente necessária, ela é uma excelente oportunidade para tornar ainda mais versátil a utilização dos organizadores, agora, com o objetivo de salientar as analogias e as diferenças que existem entre a geração de campo eletrostático e de campo magnetostático, no gerador e no eletroímã, e a geração de campos elétrico e magnético dinâmicos (alternantes), por acumulação de cargas na cúpula da bobina de Tesla e pela passagem de corrente alternada na bobina secundária.

Em seguida, pode-se salientar ainda mais a diferença entre os três experimentos, mostrando um fenômeno que o gerador de van der Graaff e o eletroímã não podem produzir: a saber, campos eletrodinâmicos e ondas eletromagnéticas. Deve-se explicar que a geração de campos elétricos dinâmicos, via acoplamento indutivo, tem como efeito a formação de campos magnéticos dinâmicos induzidos, e vice-versa, propagando-se ponto a ponto, pelo espaço, explicados conjuntamente pelas leis de Faraday-Maxwell e de Ampère-Maxwell. Por fim, pode-se observar que esses campos podem, em princípio, ser detectados e que fornecem a base para o entendimento do fenômeno da transmissão de informação, via ondas eletromagnéticas.

Referências

AUSUBEL, D. P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: a Cognitive View**. Netherlands: Springer Science+Business Media Dordrecht, 2000.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2a. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

DUARTE, I. S. R. **Geração e Detecção de Campos Eletromagnéticos por meio da bobina de Tesla: uma Proposta de Ensino a partir de Organizadores Avançados Ausubelianos**. Dissertação de Mestrado, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2019.

HILL, S. E. Rephrasing Faraday's Law. **The Physics Teacher**, v. 48, p. 410-412, 2010.

HILL, S. E. Reanalyzing Ampère-Maxwell Law. **The Physics Teacher**, v. 49, p. 343-345, 2011.

POLITO, A. & COELHO, A. L. M. B. Referenciais teóricos na pesquisa em ensino de física e o caso da teoria ausubeliana. Trabalho completo apresentado no **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física** – Campos do Jordão, SP, agosto de 2018.

SAVAGE, C. Causality in Classical Electrodynamics. **The Physics Teacher**, v. 50, p. 226-228, 2012.

MAPEAMENTO DOS ITENS DE FÍSICA DO ENEM ENTRE 2009 E 2017

MAPPING ENEM PHYSICS ITEMS BETWEEN 2009 AND 2017

Prof. Dr. Guilherme Stecca Marcom¹, Prof. Dr. Maurício Urban Kleinke²

¹Secretaria de Educação do Estado de São Paulo/E.E. Prof. Luiz Galhardo - PEI,
gui.marcom@gmail.com

²Instituto de Física “Gleb Wataghin”/DFA/UNICAMP, kleinke@ifi.unicamp.br

Resumo

Ao longo dos anos o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), sofreu grandes transformações, sendo a principal delas sua total reestruturação em 2009. Desde então, distinções disciplinares foram verificadas com mais facilidade dentro dos itens que compõem as provas. Essa disciplinarização possibilitou diferentes estudos sobre o ENEM com enfoque nos itens de Física, estes trabalhos varreram um amplo espectro de temas relacionados a avaliação, qualidade dos itens, Ensino de Física entre outros. Deste modo, buscamos com esse trabalho compreender duas características dos itens de Física do ENEM, a saber: Tipos de itens e Índice de Acerto e Facilidade. A pesquisa teve como objetivo realizar esse mapeamento de forma histórica, sendo assim analisamos os itens de Física desde o primeiro exame em 2009 a até 2017. Para a seleção e classificação dos itens foi utilizada a classificação por pares, como também a Taxionomia de Smith e colaboradores (2010) na caracterização do tipo de item. Para as análises estatísticas utilizamos o programa SPSS 22, que possibilitaram determinar o Índice de Acerto dos itens. Os resultados apontaram que no total de 131 itens de Física 57% são do tipo Conceitual e 43% do tipo Algoritmo, contudo a partir de 2014 o número de itens do tipo Algoritmo vem sendo superior aos Conceituais. Com relação aos Índices de Acerto, foi observado que em sua maioria são abaixo dos 50%. De acordo com nosso referencial metodológico para análise da dificuldade do item (FERGUISON, 1981), 72% dos itens de Física são considerados difíceis. Esses resultados representam um panorama histórico dos itens de Física presentes no ENEM, desde sua reformulação. Acreditamos que análise e investigações mais profundas sobre esses itens permitirão uma melhor compreensão do que de fato esses itens estão avaliando.

Palavras-chave: ENEM, Histórico, Itens de Física, Desempenho

Abstract

Over the years, the National High School Examination (ENEM) has undergone major changes, the main one being its total restructuring in 2009. Since then, disciplinary distinctions have been more easily verified within the items that make up the tests. This disciplinarization enabled different studies about ENEM with a focus on Physics items, these works covered a wide spectrum of topics related to assessment, quality of items, Physics Education, among others. In this way, we seek with this work to understand two characteristics of the items of Physics of ENEM, namely: Types of items and Index of Hit and Facility. The research aimed to carry out this mapping in a

historical way, so we analyzed the Physics items from the first exam in 2009 until 2017. For the selection and classification of the items, the classification by pairs was used, as well as the Taxonomy of Smith and employees (2010) in characterizing the type of item. For statistical analysis, we used the SPSS 22 program, which made it possible to determine the items' Hit Ratio. The results showed that in a total of 131 Physics items 57% are of the Conceptual type and 43% of the Algorithm type, however since 2014 the number of items of the Algorithm type has been higher than the Conceptual ones. Regarding the Hit Ratios, it was observed that most of them are below 50%. According to our methodological framework for analyzing the item's difficulty (FERGUISON, 1981), 72% of the Physics items are considered difficult. These results represent a historical overview of the Physics items present in ENEM, since its reformulation. We believe that further analysis and investigation of these items will allow a better understanding of what these items are actually evaluating.

Keywords: ENEM, History, Physics Items, Performance.

Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado com o objetivo de avaliar a formação geral ao término educação básica (INEP, 2002), sendo que essa formação geral poderia ser compreendida como uma formação com as competências básicas necessárias para o exercício da cidadania. Contudo, dentro de uma reforma da política universitária federal, iniciada em 2007, que incluiu a ampliação das vagas e criação de novos cursos (Reuni); modificações no acesso ao ensino público superior federal (lei das cotas e o sistema unificado de vagas, Sisu), o papel do ENEM foi completamente modificado, sendo transformado no exame nacional de acesso às universidades federais, dentre outras funções.

A partir dessa transformação esse “Novo ENEM” é um elemento fundamental nas políticas de acesso ao ensino superior, seja por sua participação no sistema MEC-Sisu para preenchimento de vagas na rede pública, seja pela seleção de bolsas de estudos ou de financiamento para universidade privadas, associado aos programas Pró-Uni e FIES (AGUIAR, 2016).

Dentre as principais mudanças estruturais que o exame sofreu a matriz de referência foi fortemente modificada. A partir desse momento o ENEM passou a apresentar competências específicas de Física, induzindo assim o surgimento de trabalhos em áreas específicas de ensino a partir dos dados do Enem (BARROSO, RUBINI E SILVA, 2018; NASCIMENTO, CAVALCANTI e OSTERMANN, 2018; KLEINKE, 2017; MARCOM e KLEINKE, 2017; MARCOM e KLEINKE, 2016; DA SILVA e MARTINS, 2014).

Esses trabalhos apresentam diferentes apontamentos sobre os itens de Física, alguns sobre a sua qualidade focando na existência de possíveis erros de fundamentos de Física, tanto no contexto proposto como também nas alternativas; para os autores erros como os observados diminuem a qualidade do exame o que por sua vez interfere em suas finalidades. (SILVEIRA; STILCK; BARBOSA, 2014; BASSALO, 2011).

Outros autores descrevem os itens a partir da Taxionomia Revisada de Bloom (TRB) (DA SILVA e MARTINS, 2014; HERNANDES e MARTINS, 2013) observaram que, entre os anos de 2009 e 2013, 53% dos itens de Física

apresentavam características do domínio do conhecimento conceitual e 31% do domínio procedimental ao mesmo tempo que os processos cognitivos que mais se destacam são entender (49%) e aplicar (23%).

Os trabalhos analisam as características discriminatórias dos itens (NASCIMENTO, CAVALCANTI e OSTERMANN, 2018; KLEINKE, 2017; MARCOM e KLEINKE, 2017), observam como o gênero do candidato aumenta as possibilidades de sucesso, como também a influência do perfil socioeconômico no desempenho das questões.

Por fim, damos destaque aos trabalhos que estudam e os erros cometidos pelos participantes e suas relações com o Ensino de Física (BARROSO, RUBINI E SILVA, 2018; MARCOM e KLEINKE, 2016; GONÇALVES JR e BARROSO, 2014). Esses trabalhos apontam para um conjunto de erros repetitivos; os quais apresentam como suas origens diferentes tópicos: a utilização de concepções prévias ou não científicas; dificuldades com o modelamento matemático; problemas de leitura e interpretação de gráficos e imagens, entre outros.

Todos esses trabalhos auxiliam a compreender algumas características dos itens de Física no ENEM desde sua reformulação, contudo em muitos momentos esses trabalhos centraram em um conjunto reduzido de anos de aplicação do exame. Deste modo, o objetivo desse trabalho é obter uma visão histórica dos itens de Física desde sua reformulação, apontando duas características desse exame, os tipos de item presentes na prova e o Índice de Acerto desses itens.

Metodologia

Para a identificação dos itens de Física, uma das formas conhecidas é a classificação por pares (BORG e GALL, 1989; GONSALVES JR e BARROSO, 2014; OLIVEIRA et al, 2013; SMITH et al, 2010). Essa metodologia consiste na categorização dos itens de Física por um conjunto de especialistas da disciplina, os quais os classificam de forma independente e realizam uma análise do nível de coincidência dessa classificação, isso reflete a confiabilidade da categorização. Para medir a concordância entre os pares compara-se, a partir de uma razão, quantos itens foram classificados como sendo da mesma categoria em relação ao total, gerando assim um valor numérico numa escala de 0 a 1. Segundo Borg e Gall (1989) valores de concordância acima de 0,7 são considerados alto, aumentando a confiabilidade da classificação.

Após a identificação dos itens de Física, os classificamos a partir da Taxionomia de Smith e colaboradores (2010) a qual se estrutura em dois níveis: o nível primário que abarca três domínios do conhecimento e o nível secundário que contempla dez classes distintas. O nível primário ou de domínio é composto por três formas de domínio do conhecimento: a Definição, o Algoritmo e o Conceitual (SMITH et al, 2010). Os itens do domínio Definição são aqueles, nos quais, os alunos têm de lembrar, reconhecer e aplicar uma definição para uma determinada pergunta (SMITH et al, 2010). Por outro lado, os itens do domínio Algoritmo são aqueles em que os alunos necessitam utilizar informações dentro de uma estrutura lógica de resolução que pode ser tanto matemática, quanto conceitual (SMITH et al, 2010). O último domínio, o Conceitual, representa as questões nas quais os alunos são induzidos a utilizar uma forma de pensamento não-algorítmica (SMITH et al, 2010), essa forma de conhecimento tem como característica a aplicação ou explicação de um determinado conceito. Esse domínio Conceitual se diferencia do domínio

Definição, pois para resolver problemas “conceituais” o aluno deve mobilizar um conjunto de saberes mais avançados e não apenas simples definições.

Posteriormente, analisamos estatisticamente os itens utilizando os parâmetros Índice de Acerto e Facilidade do item. Esses dois parâmetros estão fortemente ligados a Teoria Clássica dos Testes, a qual analisa de forma global o desempenho de um indivíduo a partir no número de itens acertados, sendo que todos os itens detêm o mesmo peso dentro do exame (PASQUALI, 2009).

O Índice de Acerto nada mais é que a taxa de acerto de uma população em um determinado item, ou seja, o número de pessoas que acerta o item dividido pelo número de pessoas que o faz (PRIMI, 2012 e RODRIGUES, 2006). O valor obtido para o IA variam de zero a um, quando próximo de zero o índice indica um item difícil e próximo de um indica um item fácil (COMVEST, 2012).

Como esse parâmetro é a base para analisar quão fácil ou difícil foi o item, existem diversas escalas para a realização de tal tarefa, para isso utilizamos a escala proposta por Ferguson (1981), em que itens fáceis devem possuir um IA maior que 0,7, enquanto itens difíceis possuem um IA menor que 0,3, sendo a faixa intermediária destinada aos itens de média dificuldade.

Resultados e Discussão

Após a classificação dos itens de Física, foram identificados 131 entre 2009 e 2017, com uma concordância na classificação por pares de aproximadamente 90%. Isso representa uma média 15 itens por ano, o que indica uma distribuição igualitária de itens nas provas de Ciências da Natureza. Desse total, contabilizamos 75 itens classificados como sendo do Domínio Conceitual, ao longo desses nove anos selecionados, e 56 classificados como sendo do Domínio Algoritmo.

Esses números de itens classificados em cada Domínio indica uma predominância por questões mais conceituais, o que pode refletir uma preferência dos produtores do exame por esse tipo de conhecimento. A confiabilidade da classificação foi de aproximadamente 85%, indicado muita confiabilidade.

Contudo, para realizarmos tal afirmação é necessário observamos essa distribuição de itens do Domínio Algoritmo e Conceitual de forma temporal, sendo assim apresentamos a Tabela 1 que indica quantos itens de cada domínio estão presentes temporalmente no ENEM.

Tabela 1 – Número de itens de Física presentes no Domínio Algoritmo e Conceitual na série temporal do ENEM

ANO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Algoritmo	7	4	4	5	8	3	7	8	10	56
Conceitual	10	11	8	9	8	11	6	6	6	75

Fonte: Produzidos pelo autor durante a pesquisa

De acordo com a Tabela 1, fica evidente não existir uma manutenção, na série temporal do ENEM, como relação ao número de itens de Física em cada domínio. Ao mesmo tempo é observado que existe nessa série temporal um maior número de itens no Domínio Conceitual. Contudo, quando analisamos ano a ano

constatamos que até 2014 o número de itens do tipo Conceitual é superior ao Algoritmo. Após esse ano, a situação inverte, o que pode indicar uma mudança nas características do exame, gerando um aumento dos itens do tipo Algoritmo.

Partindo para discussão sobre os índices de acerto, apresentamos a Figura 1 que indica graficamente os IAs tanto dos itens do Domínio Conceitual quanto do Algoritmo, seguindo a série história da prova.

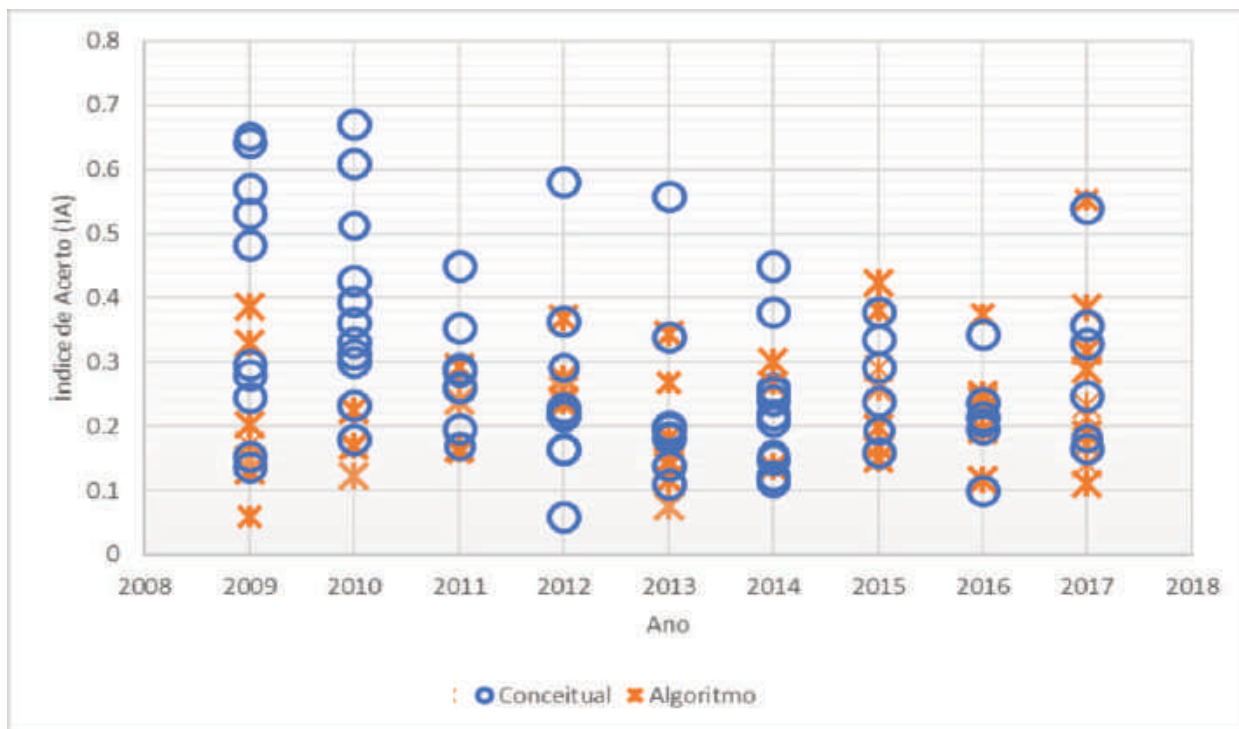


Figura 1 – Gráfico dos Índices de Acerto nos itens de Física classificados no Domínio Algoritmo e Conceitual, dentro da série histórica do ENEM

Observa-se que os índices de acerto dos itens são em sua maioria abaixo dos 50%. Em números absolutos, em 120 itens os candidatos tiveram um IA abaixo de 0,5, indicando uma grande dificuldade dos candidatos em resolver os itens propostos. De acordo com nosso referencial metodológico para análise da dificuldade do item (FERGISON, 1981), 48 itens do Domínio Conceitual (aproximadamente 64%) são considerados difíceis. No Domínio Algoritmo a porcentagem de itens difíceis sobe para 82%. Indicando que 72% dos itens de Física são considerados difíceis.

Os resultados apresentados na Figura 1 indicam uma característica importante dos itens de Física, a dificuldade das questões, o que pode refletir uma percepção por parte dos candidatos não só da disciplina, como também do exame. Ao mesmo tempo, tal resultado pode ser um indicador para o próprio Ensino de Física, revelando uma possibilidade formativa do próprio ENEM. Contudo, para além desses resultados, a discussão que se sucede é o que de fato o exame busca avaliar, uma vez que, não se observa uma coerência na distribuição do número de itens em cada tipo, como também com o passar dos anos o exame tem se tornando cada vez mais difícil para os candidatos.

Conclusão

Esse trabalho teve como objetivo mapear historicamente os itens de Física do ENEM, investigando duas características, a saber: Tipos de Itens e Índice de Acerto e Facilidade do Item. Para isso, analisamos apenas as provas a partir de 2009, primeiro ano do exame após sua reformulação. Para essa análise, identificamos primeiramente que de 2009 até 2017 o exame contou com 131 itens de Física, sendo que 43% foram classificados como sendo do tipo Algoritmo e 57% como sendo tipo Conceitual.

Esse resultado indica que, numa visão geral sobre o exame, os itens do tipo Conceitual predominaram em todos esses anos, contudo numa análise ano a ano, observamos que após 2014 o número de itens do tipo Algoritmo foi sempre superior. Acreditamos que esse resultado reflete uma não padronização histórica do exame, enquanto ao tipo de conhecimento físico que está sendo avaliado.

Nosso outro resultado, referente ao Índice de Acerto e Facilidade dos itens, revelaram que o exame, no que compete ao conhecimento físico, tem se tornado cada vez mais difícil desde sua reformulação. Dos 131 itens de Física, 72% são considerados difíceis a partir da escala utilizada.

Desta forma, esse trabalho apresenta um panorama histórico dos itens de Física presentes no ENEM, desde sua reformulação. Acreditamos que análises e investigações mais profundas sobre esses itens permitirão uma melhor compreensão do que de fato esses itens estão avaliando. Essas análises são necessárias ao ENEM, pois é sem dúvida um dos exames mais relevantes no país, principalmente a população, pois fornece a mesma possibilidade de ingresso ao Ensino Superior. Da mesma forma, que enquanto avaliação do Ensino Médio o ENEM tem possibilidades formativas importantes relacionadas ao ensino, não só de Física como também das outras disciplinas.

Referências

- AGUIAR, V. Um balanço das políticas do governo Lula para a educação superior: continuidade e ruptura. *Revista de Sociologia e Política*, v. 24, n. 57, p. 113-126. 2016.
- BARROSO, M. F.; RUBINI, G.; DA SILVA, T. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do ENEM/Physics learning difficulties from the perspective of ENEM results. **arXiv preprint arXiv:1802.09880**, 2018.
- BASSALO, J. M. F. Questões de Física do ENEM/2009. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 3, p. 325-355, ago. 2011.
- BORG, W. R. e GALL, M. D. **Educational Research: An Introduction**. (5ª ed.) New York: Longman. 1989. 939 p.
- COMVEST (2012). Comissão Permanente para Vestibulares. **Análise e caracterização estatística das provas Vestibular Unicamp 2012**. Disponível em: <http://www.comvest.unicamp.br/estatisticas/2012/distrib_notas/pdf/estatisticas2012.pdf>. Acesso em 14 de julho de 2018.
- DA SILVA, Vailton Afonso; MARTINS, Maria Inês. Análise de questões de Física do ENEM pela taxonomia de Bloom revisada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, 2014.

FERGUSON, G. A. (1981). **Statistical Analysis in Psychology and Education**. New York: McGraw-Hill. International Editions - Psychology Series, apud PRIMI, Ricardo. *Psicometria: fundamentos matemáticos da teoria clássica dos testes. Avaliação Psicológica*, v.11, n.2, p. 297 – 307. 2012.

GONÇALVES JR, W. P.; BARROSO, M. F. Os itens de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2014.

HERNANDES, J. S.; MARTINS, M. I. Categorização de questões de Física do Novo ENEM. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 58-83, 2013

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): Documento Básico. Brasília, 2002.

KLEINKE, Maurício Urban. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do ENEM 2012. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 39, n. 2, e2402, 2017.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U.. Gênero e status socioeconômico: reflexões sobre o desempenho dos candidatos na prova de ciências da natureza do ENEM 2014. *Perspectiva Sociológica*, v. 19, p. 44-52, 2017.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Análises dos distratores dos itens de Física em Exames de Larga Escala. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 72-91, abr. 2016.

NASCIMENTO, M. M.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. Uma busca por questões de Física do ENEM potencialmente não reprodutoras das desigualdades socioeconômicas. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 40, n. 3, e3402, 2018.

OLIVEIRA, C. F.; MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U.; GEBARA, M. A. Contextualização e Desempenho em exames de Ciências da Natureza: O “Novo ENEM”. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia. 2013.

PASQUALI, L.. *Psicometria. Revista da Escola de Enfermagem*, São Paulo, vol. 43, n. especial, p. 992 – 999. 2009.

PRIMI, R. *Psicometria: fundamentos matemáticos da teoria clássica dos testes. Avaliação Psicológica*, v.11, n.2, p. 297 – 307. 2012.

RICARDO, E. C. Discussão acerca do ensino por competências: problemas e alternativas. **Cadernos de Pesquisa**, v.40, n.140, p. 605 - 628, 2010.

SILVA, V. A.; MARTINS, M. I. Análise de questões de física do ENEM pela Taxonomia de Bloom revisada. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 189 – 202, 2014.

SILVEIRA, F. L.; BARBOSA, M. C. B.; SILVA, R. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 1101, mar. 2015.

SMITH, K. C.; NAKHLEHB, M. B.; BRETZC, S. L. An expanded framework for analyzing general chemistry exams. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 11, p. 147 – 153. 2010.

APRENDIZAGEM EM FÍSICA NA TRANSIÇÃO PARA O ENSINO SUPERIOR: POSSÍVEIS DIAGNÓSTICOS E ESTRATÉGIAS

PHYSICS LEARNING AT THE TRANSITION TO UNIVERSITY: ASSESSMENTS AND STRATEGIES

Daniela Szilard¹, Gustavo Rubini², Marta Feijó Barroso³

¹Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, daniela@if.ufrj.br

²Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, gustavorubini@if.ufrj.br

³Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, marta@if.ufrj.br

Resumo

Este trabalho propõe-se a descrever parte de um estudo visando reduzir os indicadores de evasão e retenção no curso superior. Para isso, utilizou como instrumento diagnóstico um teste de inventário de conceitos, padronizado internacionalmente, o Inventário do Conceito de Força, ou Force Concept Inventory (FCI) para avaliar o desenvolvimento do raciocínio em mecânica dos estudantes ao início e ao final de uma disciplina de mecânica introdutória em uma instituição pública de ensino superior. O teste foi aplicado em grupos nos quais os alunos passaram por intervenções específicas para minimizar os efeitos da transição do ensino médio para o ensino superior e em situações em que não houve intervenção. As intervenções envolveram atividades planejadas para incentivar o trabalho colaborativo, discussões e argumentações conceituais. Houve um ganho normalizado considerável em um dos grupos nos quais foi feito o trabalho de apoio; o outro grupo teve um ganho normalizado menor, sinalizando uma necessidade de estudo dos aspectos culturais dos dois grupos para compreensão da diferença dos resultados. Em síntese, a aplicação desse teste em diversas situações e em grupos de estudantes possibilitou um diagnóstico da compreensão das leis da mecânica introdutória do aluno ingressante na universidade. Combinados com outras informações obtidas a partir de estudos relativos à aprendizagem ao final da educação básica, esses resultados fornecem um diagnóstico preliminar e permitem a definição de estratégias de atuação para docentes do ensino superior a fim de suavizar a transição do ensino médio para a universidade e, assim, possivelmente reduzir a evasão e a retenção em cursos da área de ciência e tecnologia.

Palavras-chave: Ensino de Física, avaliação, FCI, evasão universitária, transição do ensino médio para o ensino superior

Abstract

This work describes part of a study designed to reduce the dropout and failure rates at the university. To this end, we implemented a standardized test, the Force Concept Inventory (FCI), as a way to assess the reasoning in mechanics of students at the beginning and at the end of the introductory mechanics course in a public institution of higher education. The test was applied to groups of students that have attended to pedagogical interventions especially planned to minimize the effects of the transition from high school to university and also to groups that have

attended only to traditional classes. These interventions engaged collaborative working, discussions and conceptual arguing. There has been a meaningful normalized gain in one of the groups subjected to the intervention, but the other one showed a smaller normalized gain. This discrepancy in the results suggests the need for a study regarding cultural aspects of both groups. In summary, the FCI application in different contexts and groups enabled an assessment of students' comprehension in introductory mechanics when starting at university. Combining these results with information from other studies related to physics learning at the end of high school level, it is possible to draw a preliminary picture of the physics learning. This picture may help the faculty to define strategies aiming for a smooth transition to university with reduced dropout and failure rates at science and technology courses.

Keywords: Physics Education, assessment, FCI, university dropout, transition from high school to university

Introdução

A transição do ensino médio para o ensino superior é um período de mudanças profundas na vida do estudante. Estas mudanças envolvem, entre outras, contato com um novo ambiente, novos colegas e uma dinâmica na relação professor-aluno inédita para o estudante. Seu fracasso ou sucesso depende de múltiplos fatores, que incluem tanto aspectos cognitivos (formação recebida na Educação Básica), aspectos socioeconômicos (apoio familiar, escolaridade dos pais), aspectos psicológicos (autoconceito e expectativas dos estudantes), como também aspectos relativos à interação do estudante com o ambiente universitário.

O processo de adaptação do aluno ingressante a este novo meio depende do sentimento de identidade e pertencimento que se estabelece entre ele, a instituição e o curso escolhido. Em especial, podemos destacar que a responsabilidade da aprendizagem é deslocada do professor para o aluno (DICKIE; FARRELL, 1991). Isso não significa que o aluno, no ensino médio, desempenhasse um papel completamente passivo na aprendizagem; no ensino superior, porém, ele tem a liberdade de escolher disciplinas, procurar professores fora do horário em sala de aula e utilizar outros recursos que a instituição oferece; a autonomia e a independência passam a desempenhar papel preponderante em sua aprendizagem.

Essa mudança de atitude não é natural para muitos estudantes, e a instituição pode planejar formas ativas de suavizar a transição, como uma ferramenta eficaz na melhoria da qualidade da aprendizagem. Nesse sentido, é importante destacar que o aluno não é uma folha em branco. Segundo Ausubel, “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo ...”(AUSUBEL apud MOREIRA, 2011, p.171).

No caso específico do ensino de física nos cursos de ciência e tecnologia, as dificuldades são muito grandes. As disciplinas iniciais nesses cursos usualmente apresentam indicadores de fracasso elevados. O corpo docente precisa considerar as concepções não-científicas já enraizadas na estrutura cognitiva do estudante (HALLOUN; HESTENES, 1985a; HALLOUN; HESTENES, 1985b; MCDERMOTT, 1991), para impedir que o processo de instrução torne-se praticamente inefetivo (MOREIRA, 2011). Por exemplo, muitos estudantes apresentam conceitos semelhantes a teoria do ímpeto em oposição à descrição newtoniana (HALLOUN & HESTENES, 1985b; CLEMENT, 1982). Mesmo um estudante com bom

desempenho na disciplina de física no ensino médio pode não possuir entendimento funcional da física envolvida (BARROSO; RUBINI; SILVA, 2018; RUBINI, 2019). Nesse sentido, metodologias ativas de ensino são peças chave para que a aprendizagem ocorra de forma significativa (MCDERMOTT, 1991, 1993).

A política de ações afirmativas desenvolvida no ensino superior nos últimos anos, ao incluir nas universidades um público alvo egresso de sistemas de ensino público com baixos indicadores de qualidade, como revelado pelos resultados do IDEB, ENEM e outros (RUBINI, 2019; BARROSO, 2018), fez com que algumas instituições desenvolvessem atividades de apoio aos ingressantes (DETONI, 2016). Na instituição sob estudo, foi aplicada uma metodologia de apoio à aprendizagem na disciplina introdutória de mecânica em algumas turmas, em paralelo às aulas tradicionais. Nesse processo, alunos trabalham de forma colaborativa sob orientação de alunos mais avançados e professores, e o foco está na discussão conceitual e na argumentação (DETONI, 2016).

Este trabalho relata os resultados e conclusões iniciais de um projeto de pesquisa mais amplo, em andamento, que pretende diagnosticar os processos de aprendizagem em física em cursos universitários de ciência e tecnologia e avaliar o impacto da adoção de diferentes propostas didático-metodológicas em disciplinas desses cursos. Foi aplicado a estudantes da disciplina de mecânica, nos moldes de pré e pós-teste, um teste conceitual desenvolvido nos anos 90 por um grupo da universidade de Arizona (HESTENES; WELLS; SWACKHAMER, 1992), o Inventário do Conceito de Força, ou “Force Concept Inventory” (FCI). Este teste já foi largamente aplicado e estudado (COLETTA; PHILLIPS, 2005) e se tornou uma importante ferramenta padrão para avaliar diferentes metodologias de ensino e intervenções didáticas. Como esperado, estudantes em turmas envolvidas em metodologias ativas de aprendizagem apresentam um ganho conceitual superior às metodologias tradicionais (HAKE, 1998; VON KORFF et al., 2016) e resultado semelhante foi obtido nos cursos de graduação de uma universidade no Brasil (QUIBAO et al., 2018).

Metodologia

O teste FCI foi obtido no repositório de testes (physport.org/) e traduzido pelos autores. O processo de tradução passou por um teste de validação com professores de ensino médio e estudantes iniciantes de curso universitário. O teste foi aplicado em momentos diferentes e grupos diferentes.

O teste FCI na sua versão completa foi aplicado a dois grupos: para alunos iniciantes do curso de Física e Física Médica em 2017 (denominado grupo Física 2017) e para os alunos do curso interdisciplinar na área de ciências exatas em 2018 (denominado grupo BCMT 2018). Esta aplicação foi realizada no formato de pré-teste e pós-teste e os dois testes foram os mesmos. Em ambos os grupos, foram aplicadas metodologias de reforço à aprendizagem ao longo do período, acompanhando a disciplina introdutória de mecânica. Os resultados do FCI puderam ser utilizados como mecanismo de avaliação da intervenção de reforço.

A metodologia de reforço consistia em aulas adicionais durante a semana (além das 4h semanais de aulas tradicionais, predominantemente expositivas), totalizando duas (no grupo BCMT) ou quatro horas (no grupo Física) por semana. Nessas aulas, os alunos eram divididos em equipes de até seis estudantes e orientados a discutir entre si atividades especialmente planejadas para este

momento. Para isto, contavam com o auxílio do professor responsável e de um grupo de monitores. Uma etapa dessas atividades está descrita por Detoni (2016).

Durante o ano de 2017, o FCI também foi aplicado em sua versão reduzida (HAN et al., 2016) a todas as turmas do curso introdutório de física (turmas principalmente dos cursos de Engenharia, denominado grupo Engenharia 2017). Como foi utilizado o teste reduzido, com duas versões diferentes, há dois subgrupos (equivalentes) na aplicação tanto do pré-teste quanto do pós-teste. Nesses subgrupos, os alunos tiveram apenas as 4h semanais de aulas tradicionais, predominantemente expositivas, e não houve a adoção de nenhuma metodologia de reforço. Assim, esses subgrupos podem ser utilizados como grupos de comparação para avaliar a eficácia da intervenção.

Em todos os casos, os testes foram mantidos sob sigilo, e a aplicação foi realizada pelo grupo responsável por este trabalho, garantindo o mesmo tempo de aplicação e a mesma forma de avaliação dos resultados. A correção dos testes foi feita de forma automatizada, usando um sistema com cartões-resposta e leitura ótica desenvolvido pelo grupo.

A análise aqui apresentada envolve o cálculo dos percentuais de acerto, ou nota clássica dos testes, com o respectivo desvio-padrão, normalizados com valores entre 0 e 100. Utilizaram-se também os conceitos de ganho absoluto G e ganho normalizado G_H (HAKE 1998), definidos como

$$G = \langle pos \rangle - \langle pre \rangle \quad , \quad G_H = \frac{\langle pos \rangle - \langle pre \rangle}{100 - \langle pre \rangle}$$

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentados os resultados globais obtidos na aplicação do teste FCI aos estudantes do primeiro ano do curso universitário na disciplina Física 1, no curso de Física, no curso interdisciplinar de Ciências Matemáticas e da Terra e para o conjunto de todos os alunos, majoritariamente da Engenharia. Os resultados apresentam os dados do pré-teste e do pós-teste separadamente para esses grupos: o número de alunos participantes, a média e o desvio padrão.

Tabela 1. Os resultados da aplicação do FCI aos estudantes dos três grupos.

Grupo	Pré-Teste			Pós-Teste		
	Número de alunos	Média	Desvio Padrão	Número de alunos	Média	Desvio Padrão
Física 2017	45	59	25	43	78	21
BCMT 2018	111	38	17	73	49	19
Engenharia 2017 (AD)	472	55	15	289	63	15
Engenharia 2017 (BC)	473	53	15	236	64	14

(fonte: os autores)

Esses resultados fornecem um retrato claro em relação ao ingresso na Universidade. Os alunos iniciam o curso universitário com um raciocínio do tipo newtoniano pouco desenvolvido conforme o critério sugerido por Hestenes *et al* (1992), isto é, com uma nota clássica abaixo do corte de 60. Em outras palavras, a descrição da natureza fornecida pela física tem seus conceitos pouco compreendidos por estudantes que buscam um curso universitário na área de ciência e tecnologia. Em particular, os alunos ingressantes no curso de Ciências Matemáticas e da Terra (BCMT), curso com grande número de vagas e baixa procura, revelam uma dificuldade maior em raciocinar fisicamente de forma conceitualmente adequada.

Observa-se também, a partir desses resultados, que o desempenho dos alunos do grupo Física é impactado pela metodologia de reforço aplicada, contrariamente ao do grupo Engenharia, que não passou por este tipo de intervenção. Isso pode ser melhor observado na Tabela 2, com a apresentação do ganho absoluto (a diferença entre o percentual de acertos no pós-teste e no pré-teste) e do ganho normalizado (a diferença entre o percentual de acertos no pós-teste e no pré-teste, normalizado pela possibilidade de acerto integral no pós-teste). Este resultado está consoante com a literatura nacional e internacional, que relata ganhos maiores na aprendizagem quando metodologias de engajamento ativo dos estudantes são empregadas (VON KORFF *et al.*, 2016; QUIBAO *et al.*, 2018). Em particular, os alunos do grupo de Física tiveram um ganho normalizado, de acordo a classificação de Hake (1998), comparável às melhores instituições internacionais.

Tabela 2. Os ganhos absoluto e normalizado nos quatro grupos estudados.

Grupo	Ganho Absoluto G	Ganho Normalizado G_H
Física 2017	19	0,46
BCMT 2018	10	0,17
Engenharia teste AD	8	0,18
Engenharia teste BC	10	0,22

(fonte: os autores)

Nota-se que o grupo BCMT 2018 obteve um ganho normalizado semelhante ao dos grupos Engenharia, mesmo partindo de um escore no pré-teste bem inferior do que esses grupos. Este resultado também revela um indicativo da efetividade da intervenção pedagógica realizada no grupo BCMT. A diferença entre os ganhos normalizados nos grupos da Física e BCMT é atribuída a características específicas da intervenção nesses grupos, como a desigualdade de carga horária, o número de alunos e monitores participantes e, conseqüentemente, a distinta abordagem didática. A hipótese de que questões relacionadas à cultura organizacional do curso (SCHEIN, 1990) pode influenciar também nesse resultado está sendo investigada.

É possível notar ainda que, em todos os grupos, a nota no pós-teste foi maior do que a do pré-teste, o que corresponde a um desenvolvimento de um raciocínio newtoniano. No grupo BCMT, o percentual de acertos permanece abaixo

de 60%, o limiar inferior sugerido pelos autores do teste como porta de entrada para um raciocínio newtoniano (HESTENES; HALLOUN, 1995).

A aplicação do FCI possibilitou, além da observação dos resultados globais, análises adicionais, não apresentadas aqui. Alguns exemplos incluem estudar as variáveis no desempenho em pré e pós-testes de questões específicas e a correlação entre elas, calcular o ganho individual dos estudantes e investigar características próprias das intervenções (como carga horário, o tipo de atividade, a cultura do grupo de alunos e professores).

Comentários Finais

A transição do Ensino Médio para o Ensino Superior envolve a combinação de fatores socioeconômicos, culturais, acadêmicos e individuais. Trata-se de uma questão complexa, porém a instituição de ensino pode se articular para intervir ativamente minimizando as dificuldades dos alunos nessa transição e assegurando a qualidade da aprendizagem nas disciplinas dos anos iniciais.

O trabalho aqui apresentado insere-se nesse contexto, de redução dos indicadores de evasão e retenção, suavizando alguns aspectos da transição à universidade. Os alunos dos cursos de Física, Física Médica e BCMT foram submetidos a uma intervenção pedagógica que incentivou o engajamento ativo dos estudantes em paralelo à disciplina introdutória de mecânica. O teste FCI foi aplicado nesses grupos e em outras turmas que não foram submetidas a este tipo de intervenção, como forma de comparação. Os resultados indicam que esta metodologia de reforço foi eficiente em melhorar a aprendizagem dos estudantes. Eles desenvolveram, ao longo do semestre, um raciocínio mais adequado do ponto de vista científico. Ainda pode-se observar que os resultados do grupo Física foram mais significativos que os do grupo BCMT, fato este que sugere a pertinência de uma investigação mais profunda, incluindo aspectos da cultura organizacional de cada curso.

A aplicação do teste FCI revelou também um diagnóstico sobre as dificuldades conceituais encontradas pelos alunos ingressantes, tendo em vista um esforço docente mais adequado para lidar com o processo de ensino e aprendizagem nas disciplinas de física introdutória.

Constata-se que aplicar uma metodologia de reforço pode se mostrar uma importante ferramenta para facilitar a transição ao ensino superior. Cabe mencionar que outras variáveis que não foram incluídas neste texto devem ser consideradas, como aspectos qualitativos das questões do FCI, o desempenho acadêmico dos estudantes nas disciplinas dos anos iniciais e fatores socioculturais.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a H. R. Detoni e B. S. de Paula por contribuições no desenvolvimento de etapas do trabalho.

Referências

BARROSO, Marta F.; RUBINI, Gustavo; SILVA, Tatiana da. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 40, n. 4, p. e4402, 18 jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0059>.

BARROSO, Marta Feijó. Contribuições para um diagnóstico do Ensino Médio no país. In: FOGUEL, Débora; SCHEUENSTUHL, Marcos. **Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2018. p. 44-65. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/desafios_da_educacao_tecnico-cientifica_no_ensino_medio.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.

CLEMENT, John. **Students' preconceptions in introductory mechanics**. American Journal Of Physics, [s.l.], v. 50, n. 1, p.66-71, jan. 1982. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.12989>.

COLETTA, Vincent P.; PHILLIPS, Jeffrey A.. Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 73, n. 12, p.1172-1182, dez. 2005. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.2117109>.

DETONI, Hugo dos Reis. **Tutoriais em atividades de apoio a ingressantes na universidade**. 2016. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Física, Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes.html>. Acesso em: 19fev. 2020.

DICKIE, L. O.; FARRELL, Jan. The transition from High School to College: An impedance mismatch?. **The Physics Teacher**, [s.l.], v. 29, n. 7, p.440-445, out. 1991. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.2343380>.

HAKKE, Richard R.. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 66, n. 1, p.64-74, jan. 1998. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.18809>.

HALLOUN, Ibrahim Abou; HESTENES, David. The initial knowledge state of college physics students. **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 53, n. 11, p.1043-1055, nov. 1985. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.14030>.

HALLOUN, Ibrahim Abou; HESTENES, David. Common sense concepts about motion. **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 53, n. 11, p.1056-1065, nov. 1985. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.14031>.

HAN, Jing et al. Experimental validation of the half-length Force Concept Inventory. **Physical Review Physics Education Research**, [s.l.], v. 12, n. 2, p.0201221-0201227, 4 ago. 2016. American Physical Society (APS). <http://dx.doi.org/10.1103/physrevphyseducres.12.020122>.

HESTENES, David; WELLS, Malcolm; SWACKHAMER, Gregg. Force concept inventory. **The Physics Teacher**, [s.l.], v. 30, n. 3, p.141-158, mar. 1992. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.2343497>

HESTENES, David; HALLOUN, Ibrahim. Interpreting the force concept inventory: a response to march 1995 critique by Huffman and Heller. **The Physics Teacher**, [s.l.], v. 33, n. 8, p. 502-502, nov. 1995. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.2344278>.

MCDERMOTT, Lillian C.. Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned—Closing the gap. **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 59, n. 4, p.301-315, abr. 1991. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.16539>.

MCDERMOTT, Lillian C.. Guest Comment: How we teach and how students learn — A mismatch?. **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 61, n. 4, p.295-298, abr. 1993. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.17258>.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2011. 248p.

QUIBAO, Matheus Pinheiro et al. Investigando a compreensão conceitual em física de alunos de graduação em cursos de ciências, engenharias e matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 41, n. 2, p.20180258-20180258, 1 nov. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0258>.

RUBINI, Gustavo. **O que o Enem revela sobre a Aprendizagem em Física na Educação Básica**. 2019. 287 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ensino e História da Matemática e da Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SCHEIN, Edgar H.. Organizational Culture. **American Psychologist**, Washington, Dc, v. 2, n. 45, p.109-119, fev. 1990.

VON KORFF, Joshua et al. Secondary analysis of teaching methods in introductory physics: A 50 k-student study. **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 84, n. 12, p.969-974, dez. 2016. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.4964354>.

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O ENSINO DE ASTRONOMIA EM PERIÓDICOS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

CHARACTERIZATION OF ACADEMIC PRODUCTION ON ASTRONOMY TEACHING IN SCIENCE EDUCATION JOURNALS

Luciana Bagolin Zambon¹, Taís Regina Hansen²

¹ Universidade Federal de Santa Maria/Depto. de Administração Escolar, luzambon@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Maria, tais.rhansen@gmail.com

Resumo

A Astronomia, devido seu papel humanístico, histórico e interdisciplinar, é considerada uma importante ciência, com grande relevância para a formação básica cidadã. Neste trabalho, buscamos caracterizar a produção acadêmica sobre o ensino de Astronomia, visando constituir um panorama sobre os conhecimentos que estão sendo consolidados pela área de pesquisa em educação em ciências. A partir da análise dos focos de pesquisa dos artigos sobre Astronomia publicados em nove importantes periódicos de educação em ciências, emergiram cinco categorias: 1 – Estudos sobre concepções de docentes, monitores e/ou discentes sobre assuntos de Astronomia; 2 – Estudos sobre a utilização de recursos, estratégias e materiais didáticos para o ensino de Astronomia; 3 – Estudos de revisão de literatura sobre o ensino de Astronomia; 4 – Estudos sobre contexto e desafios do ensino de Astronomia na Educação Básica, Superior e/ou na educação não formal e; 5 – Estudos sobre inserção de conteúdos de Astronomia em Orientações Curriculares. De modo geral, podemos concluir que o número de pesquisadores e de pesquisas na área vem aumentando nos últimos anos, havendo uma constante preocupação com a maneira com que a temática vem sendo discutida na Educação Básica e Superior. Entretanto, embora sejam crescentes as pesquisas na área, as mesmas revelam grandes problemáticas vinculadas ao ensino de Astronomia, como a elevada incidência de concepções alternativas de docentes e discentes, além de erros conceituais em livros didáticos, demonstrando, portanto, a necessidade de melhorias na área.

Palavras-chave: Revisão de literatura; Ensino de Astronomia; Educação em Ciências

Abstract

Astronomy, due to its humanistic, historical and interdisciplinary role, is considered an important science, with great relevance for basic citizen education. In this work, we seek to characterize the academic production on the teaching of Astronomy, aiming to provide an overview of the knowledge that is being consolidated by the area of research in science education. From the analysis of the research focuses of articles on astronomy published in nine important science education journals, five categories emerged: 1 - Studies on the conceptions of

teachers, monitors and / or students on Astronomy subjects; 2 - Studies on the use of resources, strategies and didactic materials for the teaching of Astronomy; 3 - Literature review studies on Astronomy teaching; 4 - Studies on the context and challenges of teaching Astronomy in Basic, Higher Education and / or non-formal education; 5 - Studies on the insertion of Astronomy contents in Curricular Guidelines. In general, we can conclude that the number of researchers and research in the area has been increasing in recent years, with a constant concern with the way the theme has been discussed in Basic and Higher Education. However, although research in the area is growing, they reveal major problems linked to the teaching of Astronomy, such as the high incidence of alternative conceptions by teachers and students, in addition to conceptual errors in textbooks, demonstrating, therefore, the need for improvements in area.

Keywords: Literature review; Astronomy teaching; Science Education

Introdução

A Astronomia é considerada a mais antiga entre todas as Ciências, tendo sua origem nas observações de diversas civilizações ao longo da história, que consideravam o céu uma fronteira distante e inalcançável. Milênios de observações, realizadas inicialmente através de instrumentos simples, permitiram a diversas civilizações a aquisição de conhecimentos astronômicos impressionantes, auxiliando desde o suprimento das necessidades básicas do homem, como a identificação das estações do ano para planejamento das plantações, até tecnologias de ponta hoje utilizadas, como os GPS's (global positioning system). Portanto, é inegável a influência da Astronomia em nosso cotidiano. Desta forma, destacamos que as necessidades básicas de certas civilizações, aliadas à curiosidade humana, levaram o homem não apenas a observar o céu como também difundir os conhecimentos relacionados a ele.

Diante disso, no âmbito educacional geral, e na Educação Básica em especial, o ensino de conhecimentos do campo da Astronomia assume um papel de grande relevância para a formação básica cidadã, uma vez que, além de integrar diversas áreas do conhecimento, possui um papel motivacional dificilmente encontrado em outra Ciência, conforme destacado por Langhi (2009):

Nas escolas, a astronomia promove este excitante papel motivador, tanto para alunos como para professores, pois, ao tocar neste assunto, a maioria dos jovens costuma desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial, etc. Este entusiasmo abre a oportunidade para o professor trabalhar, de modo interdisciplinar, as demais matérias escolares. (p.10)

Além disso, o ensino da Astronomia nos ajuda a compreender a própria natureza humana, nos despertando para a responsabilidade planetária individual, enquanto seres habitantes do único planeta conhecido capaz de abrigar vida, auxiliando ainda a desmitificar algumas ideias do senso comum que surgiram há séculos ou décadas e prevalecem ainda hoje, como a influência dos astros na vida e personalidade humana (LANGHI, 2009).

No atual documento norteador do currículo da Educação Básica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), encontramos temáticas relacionadas à Astronomia em todas as etapas da Educação Básica. No Ensino Fundamental está

prevista a abordagem do eixo temático “Terra e Universo”, desde os anos iniciais até os anos finais, e no Ensino Médio está proposta a “Competência Específica 2”, a partir da qual pretende-se: “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.” (BRASIL, 2018, p. 556).

Apesar disso, “a astronomia perdeu seu espaço na sala de aula” (NERES, 2017, p.12), fato este proveniente de vários fatores, desde a formação de professores até adversidades ligadas aos recursos disponíveis nas escolas. De acordo com Langhi, “parece haver um descaso quanto à abordagem deste tema na educação brasileira. Uma análise sobre a história mostra como a Astronomia sofreu uma gradual dispersão e quase desaparecimento dos currículos escolares.” (LANGHI, 2009, p. 11).

Diante de tais aspectos, estamos investigando as possibilidades e limites para inserção de conteúdos de Astronomia na educação em ciências. Em especial, neste trabalho, temos o objetivo de caracterizar a produção acadêmica recente sobre o ensino de Astronomia, visando constituir um panorama sobre os conhecimentos acerca dessa temática que estão sendo consolidados na área de pesquisa em educação em ciências. Neste momento, selecionamos para estudo a produção acadêmica veiculada em periódicos da área de educação em ciências e de ensino de física.

Metodologia

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, de cunho bibliográfico, desenvolvida a partir da análise de materiais que já passaram por algum tratamento analítico (GIL, 2002). Nosso *corpus* de análise compõe-se de artigos publicados nos nove (9) periódicos de educação em ciências mais bem avaliados no âmbito do *qualis* CAPES da área de ensino, a saber: Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (2008-2019), CBEF – Caderno Brasileiro de Ensino de Física (1984-2019), Ciência & Educação (1994-2019), Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências (1999-2019), Ienci – Investigação em ensino de Ciências (1996-2019), RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (2008-2019), RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física (2001-2019), RBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências (2001-2019) e REnciMA - Revista de Ensino de Ciências e Matemática (2010-2019).

O *corpus* de análise foi definido em duas etapas: I) identificamos todos os artigos que continham no título, resumo e/ou palavras-chave o termo Astronomia, chegando a um total de cento e trinta (130) artigos. II) identificamos quais eram as motivações e objetivos de cada artigo. A partir dessa análise, estabelecemos quatro categorias relacionadas aos tipos de artigos publicados, a saber: 1 – *Ensaio teórico sobre a estrutura conceitual de Astronomia* (vinte (20) artigos que abrangem revisões e discussões de documentos históricos relacionados à temática e problematizações referentes a conceitos ligados ao tema); 2 – *Ensaio teórico sobre o ensino de Astronomia* (nove (9) artigos nos quais os autores apresentam e discutem questões referentes ao ensino da temática); 3 – *Pesquisas empíricas relacionadas ao ensino de Astronomia* (sessenta e três (63) artigos de pesquisa empírica, relacionadas a diferentes focos de investigação que serão explorados mais adiante) e; 4 – *Propostas didáticas para o ensino de Astronomia* (trinta e oito (38)

artigos, nos quais são apresentados e discutidos propostas didáticas e recursos alternativos relacionados para ensino de Astronomia).

Tendo em vista o foco e o objetivo deste trabalho, analisamos apenas os artigos do grupo 3. Para análise desses artigos, identificamos os focos de cada pesquisa e, a partir disso, estabelecemos cinco (5) categorias, detalhadas na próxima seção. Devido ao limite de páginas estabelecido para esse texto, disponibilizamos as referências completas de todos os artigos analisados em arquivo complementar¹.

Resultados e Discussões

Na primeira categoria, *Estudos sobre concepções de docentes, monitores e discentes sobre Astronomia*, identificamos um total de onze (11) trabalhos, sendo que cinco (5) artigos referem-se às concepções de discentes – dois no Ensino Médio, dois no Ensino Fundamental e um no Ensino Superior – e quatro (4) artigos sobre as concepções de docentes de Educação Básica sobre conceitos de Astronomia. Os outros dois (2) artigos tratam de concepções de monitores de espaços de educação não formal. No que se refere aos instrumentos para coleta de dados, as pesquisas utilizaram questionários (7 artigos), mapas mentais e desenhos (ambos com 1 artigo). As duas pesquisas restantes utilizam, além de questionários aplicados a monitores de espaços educativos não formais, recursos alternativos para coleta de dados, como, por exemplo, observações e entrevistas.

Quanto aos resultados, todas as pesquisas relatam a ocorrência de visões errôneas acerca de conceitos astronômicos considerados básicos, como: sistema solar, planetas, eclipses, fases da lua, estações do ano, solstício, equinócio, cometas, asteroides, meteoros e galáxias. Os estudos realizados com professores apontam o agravante de que, no processo de ensino e aprendizagem, pode haver o reforço de concepções alternativas sobre conceitos astronômicos, acarretando em erros conceituais durante as aulas que deveriam contemplar esses conteúdos. No que se refere às pesquisas sobre concepções de monitores de espaços não formais de educação, podemos perceber, de modo geral, uma postura responsável, tendo em vista que estes reconhecem a importância de deterem conhecimentos sobre os conceitos básicos de Astronomia e de buscá-los em fontes didáticas e cursos.

Assim, podemos destacar como um dos principais fatores que levam às concepções alternativas a falta de formação apropriada na área de Astronomia, ficando evidenciada a importância e a necessidade de discussões referentes aos conceitos astronômicos, tanto na formação inicial de docentes quanto na formação continuada, a qual segundo A4 representa uma ação imediata necessária para minimizar os conflitos observados em diversas pesquisas realizadas com estudantes. Salientamos, portanto, que a abordagem de conceitos na formação de professores é preponderante para que os assuntos de Astronomia voltem a fazer parte do currículo de Educação Básica, contribuindo para uma formação que, dentre outros aspectos, esteja vinculada com a responsabilidade social e ambiental.

A categoria 2, *Estudos sobre recursos, estratégias e materiais didáticos para o ensino de Astronomia*, conta com trinta e seis (36) artigos, sendo a categoria com o maior número de trabalhos, o que demonstra a preocupação de pesquisadores em

¹ As referências completas de todos os artigos analisados podem ser acessadas pelo link: <https://www.4shared.com/web/preview/pdf/SU3aO400ea?>

desenvolver e, principalmente, analisar diferentes práticas e materiais didáticos, a fim de garantir a efetividade do ensino da temática.

Em termos metodológicos, tais pesquisas utilizam como fontes de informação: sujeitos (27 trabalhos) – sendo a maioria estudantes de educação básica e/ou superior (22 artigos) e, em menor número, professores e voluntários (5 e 1 artigo, respectivamente) – bem como documentos (9 trabalhos) – sendo quatro (4) artigos referentes à análise de Livros Didáticos e quatro (4) artigos para plataformas *online*, modelos astronômicos, prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e artigos de periódicos.

Os artigos que tratam de pesquisas desenvolvidas junto a sujeitos utilizam os questionários pré e pós-testes como principal instrumento de coleta de dados e alguns poucos trabalhos utilizaram recursos alternativos como observações, gravações e análise das atividades desenvolvidas pelos sujeitos. Quanto ao tipo de atividade desenvolvida, encontramos uma grande variedade de recursos, estratégias e materiais, como, por exemplo: oficinas temáticas, elaboração de material didático de forma online ou impressa, experimentações, mapas conceituais, materiais para demonstrações, vídeos, visitas orientadas, folders informativos, observações astronômicas, textos sobre história da Astronomia, documentários, entre outros.

De maneira geral, tais pesquisas trazem como resultados a importância de recursos alternativos para o ensino de Astronomia. É possível verificar, por meio das práticas educativas analisadas nesta categoria, que a realização de atividades envolvendo recursos e materiais didáticos alternativos, vinculados a assuntos astronômicos, promove uma maior motivação entre os estudantes além de contribuir significativamente para uma melhor assimilação dos conteúdos.

Quanto aos nove (9) trabalhos que utilizaram documentos como fonte de informação, identificamos uma variedade de focos investigativos. B31, B32 e B33, analisaram conceitualmente livros didáticos, apurando diversos erros conceituais, além de conteúdos apresentados de forma pouco clara e esclarecedora. Já B2 buscou verificar a qualidade dos relatos históricos referente à Astronomia nos livros didáticos, concluindo que os mesmos reforçam uma concepção de fazer científico equivocada. Em B35 verificou-se quais os tipos de questões das provas das Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica (OBA). B3, por sua vez, investigaram a quantidade de sinais ligados à Astronomia em dicionários de LIBRAS, constatando a falta de diversos sinais indispensáveis. B22 propuseram e analisaram um modelo didático referente ao movimento da Terra. E, por fim, B17 realizaram uma pesquisa bibliográfica referente à cultura indígena e sua relação com a Astronomia, identificando a possibilidade de união entre arte e ciências da cultura indígena no ambiente escolar.

Assim, as pesquisas agrupadas nessa categoria nos indicam caminhos para reformular e melhorar o ensino de Astronomia, seja na Educação Básica ou Superior, auxiliando professores em suas práticas docentes, por meio da divulgação de recursos, estratégias e materiais bem elaborados, testados e devidamente discutidos. Além disso, apontam um alarmante dado referente a falhas conceituais em Livros Didáticos, material disponibilizado pelo Ministério da Educação a todos os professores e estudantes de escolas públicas brasileira, sendo, portanto, a maior fonte de consulta para estes.

Na categoria 3, *Estudos de revisão de literatura sobre o ensino de Astronomia*, chegamos a um total de cinco (5) artigos. Estes referem-se a análises

de teses e dissertações e de publicações de periódicos, focando em assuntos como o perfil das pesquisas na área; as tendências, potencialidades e características da área de educação não formal em Astronomia no Brasil; justificativas para o ensino da Astronomia segundo pesquisadores brasileiros; mudanças decorrente de resultados de pesquisas referente a concepções alternativas ligadas a Astronomia; entre outros.

Tendo em vista que os trabalhos possuem motivações divergentes, os resultados encontrados por cada pesquisa apresentam poucos pontos de convergência. C1 buscou analisar, por meio de Teses e Dissertações da CAPES entre 2008-2018, as características da área de educação não formal em Astronomia no Brasil, chegando à conclusão de que, embora semelhante à educação formal, a área é recente e pouco explorada. Já no trabalho de C2 investigou em dezenove (19) periódicos, entre 2004-2014, o que o pesquisador brasileiro afirma como justificativas para o ensino da Astronomia, estabelecendo diversas contribuições educacionais, como o favorecimento de atividades experimentais e de observação, auxílio para os enfoques HFC (História e Filosofia da Ciência) e CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), aumento da motivação entre os estudantes e a interdisciplinaridade da área. Preocupado em debater a direção e atitudes que nos apontam os resultados de pesquisas sobre Educação em Astronomia vinculadas ao viés de concepções alternativas, C3 realizou uma revisão bibliográfica sobre a questão, evidenciando a persistência da problemática. Os autores de C4 buscaram descrever o perfil da pesquisa em Ensino de Astronomia no Brasil, por meio da análise de 38 trabalhos do periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física no período de 20 anos (1988-2008), encontrando, ao final da análise, três características: pesquisadores preocupados em discorrer sobre fenômenos básicos da área, a força da abordagem histórico-filosófica e a preocupação da área em alfabetizar de forma correta e contextualizada. Por fim, C5 apresenta uma análise sobre 58 publicações relacionadas à Astronomia dos periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (1984-2009) e a Revista Brasileira de Ensino de Física (1979-2009); ao final, identifica tendências como: o aumento de pesquisadores e publicações na área, a diversidade de conteúdos e um grande interesse da área de Educação e Ensino pela temática.

Grande parte dos artigos mencionam o crescente interesse e preocupação dos pesquisadores com a área de Ensino de Astronomia, entretanto, deixam claro que, mesmo com o aumento de pesquisas, as práticas de ensino continuam sendo fonte de problemáticas, tais como a persistência de concepções alternativas e a escassez e descaso frente à temática. Ademais, C2 e C3, referindo-se à precária formação dos professores, destacam a insuficiência de recursos alternativos que poderiam servir de apoio para a atuação docente, citando a pouca quantidade de planetários, observatórios, museus de ciências e associações de astrônomos, dado confirmado pela pesquisa de C1, que destaca a pouca exploração da área de educação não formal em Astronomia no Brasil.

A categoria 4 apresenta trabalhos que abordam o contexto atual e os desafios referentes ao ensino de Astronomia, tanto na Educação Básica, quanto na Educação Superior e nos espaços não formais de educação, chegando a um total de oito (8) artigos. Eles trazem a discussão de diversos assuntos, como comunicações sobre Olimpíadas relacionadas à Astronomia, pesquisas referentes à prática escolar envolvendo professores de Educação Básica, análises sobre o perfil da comunidade acadêmica brasileira que atua na Educação em Astronomia, entre outros.

A análise conjunta dos artigos desta categoria não permitiu estabelecer convergências em termos de metodologias, já que as pesquisas relatadas nos artigos possuem focos muito distintos e específicos. De maneira geral, os trabalhos apontam interessantes resultados, como o crescimento no número das escolas cadastradas na Olimpíada Brasileira de Astronomia, a predominância de formação acadêmica ligada à área na região Sudeste e de doutores em Educação no campo de pesquisas e produção bibliográfica sobre o Ensino de Astronomia, o reconhecimento pela maioria dos professores da relevância do ensino de Astronomia, mas a não inclusão de temáticas ligadas à área em seus planejamentos escolares, a utilização de palestras, apresentação de séries sobre Astronomia, observação de objetos que se apresentem de forma parecida quando observados a olho nu e com o telescópio e atividades em locais de difícil acesso, como recursos impróprios para práticas destinadas à públicos leigos no assunto, entre outros.

Alguns desses dados nos revelam um possível aumento na difusão do ensino de Astronomia, uma vez que, conforme D7, em 2002 os números apresentados pela participação das escolas na V Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) indicavam um aumento da abordagem da mesma nas escolas da maior parte dos estados, resultado que se confirma ao analisarmos os dados de 2019, verificando um aumento de 60.338 alunos participantes da OBA em 2002 para cerca de 800 mil no referido ano. Entretanto, cabe questionar sobre a preparação dos estudantes para tal prova, tendo em vista que, conforme destacado em D3, muitos professores ainda não incluem a temática em suas aulas.

Com exceção dos artigos D7 e D8, todas as pesquisas mencionam em algum momento as falhas durante a formação do professor em conteúdos básicos de Astronomia como sendo uma das principais problemáticas em relação ao ensino dessa área. Em resposta à problemática, assim como os artigos de C2 e C3 pertencentes à categoria 3, D1, D2 e D5 salientam os espaços de educação não-formal como importantes auxiliares no processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, a quinta categoria, visa à discussão de aspectos ligados aos documentos norteados da educação brasileira, evidentemente focando no ensino de Astronomia. Nesta categoria contamos com apenas dois artigos; E2 analisa o ensino de Astronomia no Brasil, a partir dos 18 programas do Colégio Pedro II, relativos ao período de 1841 a 1951, realizando para tanto um levantamento sobre a presença de conteúdos de Astronomia. O artigo E1 buscou comparar as proposições e a clareza frente os conteúdos astronômicos presentes nas Propostas Curriculares dos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, constatando que todas as propostas apresentam apenas os tópicos gerais a serem trabalhados sendo, portanto, superficiais no que diz respeito à divisão específica de conteúdos.

Tais pesquisas nos revelam que o Ensino de Astronomia, embora seja foco de diversos estudos, ocasionando o aumento de pesquisadores da área, e se caracterize como uma temática indispensável pelo seu papel humanístico, motivacional e interdisciplinar, vem perdendo seu espaço em sala de aula há vários anos. Isso se deve a diversos fatores, dentre eles o deficiente ensino de Astronomia que se origina, dentre outros aspectos, pelos problemas relacionados à formação de professores até adversidades ligadas aos recursos utilizados nas escolas.

Considerações Finais

Apresentamos por meio deste trabalho uma visão geral sobre as pesquisas vinculadas ao Ensino de Astronomia publicadas em todas as edições dos nove

periódicos de educação em ciências mais bem avaliados no âmbito do *qualis* CAPES da área de ensino. De maneira geral, podemos concluir que as pesquisas na área vêm passando por uma crescente expansão, havendo uma notória preocupação com o modo como a temática vem sendo abordada nos ambientes educacionais.

Nesse âmbito, destacamos o grande número de pesquisas interessadas em identificar e discutir concepções alternativas sobre assuntos de Astronomia, tanto de discentes quanto docentes, as quais nos indicam a presença de lacunas na Educação Básica e Superior em relação à temática. Acreditamos que tal problemática seja ocasionada principalmente pelos erros conceituais presentes nos livros didáticos, aliado à falta de formação dos docentes na área, que na maioria das vezes utilizam tal recurso sem perceber esses erros, acabando por disseminá-los. Como forma de buscar solucionar o problema, podemos destacar o elevado número de pesquisas que buscam oferecer recursos e estratégias alternativas para o ensino de assuntos de Astronomia. Entretanto, embora enriquecedoras, tais pesquisas parecem não serem suficientes para a resolução do problema, sendo indispensável uma formação de qualidade, seja inicial ou continuada, para que professores estejam devidamente preparados para a abordagem de assuntos ligados à Astronomia, em especial àqueles destacados pela BNCC.

Referências

- AZEVEDO, S. S. M. et al. Relógio de sol com interação humana: uma poderosa ferramenta educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 1-12, 2013.
- BARROS, L. G.; LANGHI, R.; MARANDINO, M. A investigação da prática de monitores em um observatório astronômico: subsídios para a formação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. e3405, 2018.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.
- GIL, A. C. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002, 8 – 175
- LANGHI, R.. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.
- LANGHI, R.; DE OLIVEIRA, F. A.; VILAÇA, J. Formação reflexiva de professores em Astronomia: indicadores que contribuem no processo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 461-477, 2018.
- MARRONE, J. J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 547-574, 2009.
- NERES, L. B. **O Stellarium como estratégia para o ensino de Astronomia**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2017.

IDENTIFICANDO CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E DIFICULDADES DOS ALUNOS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM AVALIAÇÕES

IDENTIFYING ALTERNATIVE FRAMEWORKS AND STUDENTS' DIFFICULTIES ABOUT ELECTRICAL CIRCUITS IN ASSESSMENTS

Tayna Mioni Nakamura¹, Renato Pacheco Villar², Maurício Urban Kleinke³

¹UNICAMP / PECIM, taynanakamura@gmail.com

² UNICAMP / PECIM / Colégio Bandeirantes, renatopvillar@gmail.com

³ UNICAMP / PECIM / DFA / IFGW, kleinke@ifi.unicamp.br

Resumo

As concepções alternativas podem ser entendidas como ideias diferentes daquelas compartilhadas pelas ciências que as pessoas possuem para interpretar os mais diversos fenômenos. Tratam-se de ideias fortemente enraizadas nos sujeitos, que se configuram como um dos principais obstáculos para o ensino e a aprendizagem de conceitos nas aulas de ciências. Conhecer e compreender tais concepções é de suma importância para o trabalho do professor em sala de aula. Dentre os conteúdos programáticos do ensino de física temos a eletricidade, tema muito presente no cotidiano dos alunos, o que resulta numa grande quantidade de concepções alternativas sobre esse assunto. O objetivo deste trabalho é sistematizar as principais concepções alternativas sobre circuitos elétricos presentes na literatura, bem como algumas dificuldades dos alunos sobre esse tema, apresentando-as conforme abordadas por diferentes autores. A sistematização apresentada fornece uma ferramenta rápida para o professor tomar ciência, identificar e aplicar esse conhecimento em suas aulas e na elaboração de suas avaliações.

Palavras-chave: Concepções alternativas; Circuitos elétricos.

Abstract

Alternative frameworks can be understood as ideas that differ from those shared by the scientific community, used by individuals to interpret the most diverse phenomena. These ideas are strongly rooted in the individuals, which constitute one of the main obstacles for teaching and learning in science classes. Understanding such ideas is very important for the teacher's work in the classroom. Electricity, part of physics curriculum, is a common topic in students' daily lives, which results in many alternative frameworks about this subject. The objective of this paper is to organize and structure the main alternative frameworks about electrical circuits found in the literature, as well some students' common difficulties about this subject, introducing these ideas from the perspective of different authors. The systematization elaborated in this work provides a quick tool for teachers to learn, identify and apply this knowledge in their classes and when preparing their assessments.

Keywords: Alternative frameworks; Electrical circuits.

Introdução

Uma das principais frentes de pesquisa em ensino de ciências nas últimas décadas do século XX foi o estudo das concepções alternativas dos alunos, bem como seu impacto no ensino de ciências. Tais concepções, de forma geral, podem ser entendidas como ideias não científicas que as pessoas possuem para interpretar os mais diversos fenômenos. Úteis e compartilhadas socialmente, as concepções alternativas não se tratam apenas de ideias desconexas, isoladas. Em muitos casos, elas se organizam em teorias aplicáveis a diferentes contextos, baseadas em princípios sobre o funcionamento do mundo cotidiano muito enraizadas nos sujeitos e resistentes à mudança, podendo permanecer no indivíduo mesmo após longos anos de instrução escolar, atuando como obstáculo na aprendizagem dos conceitos científicos (DRIVER et al., 1999; POZO; CRESPO, 2009).

Independente do modelo de evolução conceitual adotado pelo professor e do modo como utiliza as concepções alternativas em suas aulas, é recomendado que o docente tenha ciência das principais concepções alternativas e dificuldades dos estudantes para guiá-los na aprendizagem de física (POZO; CRESPO, 2009; MORTIMER, 2000). Entretanto, apesar do assunto ser bastante presente na literatura, reconhecemos que, ainda hoje, os avanços no ensino de física sugeridos por esses trabalhos enfrentam dificuldades no acesso às salas de aula. Sendo assim, neste trabalho, temos por objetivo compartilhar com a comunidade docente um levantamento das principais concepções alternativas sobre circuitos elétricos (CACE), assim como um conjunto de dificuldades comuns sobre circuitos elétricos (DCCE) que os alunos costumam apresentar. Anunciaremos essas ideias de forma direta e sistemática, conforme abordadas por diferentes autores, visando fornecer uma ferramenta rápida para o professor identificar e aplicar esse conhecimento em suas aulas e na elaboração de suas avaliações. Escolhemos trabalhar com o conteúdo circuitos elétricos, em específico, por ser um dos principais assuntos trabalhados tradicionalmente nas aulas de física, através do qual, em geral, os alunos são introduzidos ao universo da eletrodinâmica. Além disso, os circuitos são abordados recorrentemente nas principais avaliações de larga escala, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Apesar de controverso, o uso das concepções alternativas é uma realidade em provas de larga escala como o ENEM. Brito (2015), por exemplo, condena seu uso no ENEM, argumentando que elas induzem desnecessariamente o aluno ao erro, atuando como “pegadinhas”. Já a matriz de referência do exame sugere que o candidato saiba “confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas” (INEP, 2009, p. 8), fazendo alusão às concepções alternativas. Nesse sentido, a escolha das CACE e DCCE a serem apresentadas neste artigo é norteadas por aquelas abordadas nos itens sobre circuitos elétricos do ENEM, nas provas aplicadas entre 2009 e 2018, segundo a identificação de três especialistas.

Utilizamos os trabalhos de Engelhardt e Beichner (2004) e Gravina e Buchweitz (1994) como os nossos referenciais principais sobre CACE e DCCE. Ambos elaboraram inventários sobre circuitos elétricos e trazem um sólido conjunto de concepções e dificuldades dos alunos identificado através dessas ferramentas. Ainda, apoiamos-nos nos trabalhos de Driver et al. (1994), Pozo e Crespo (2009) e McDermott e Shaffer (1992) para ampliar nossa compreensão sobre as CACE e DCCE abordadas nos inventários citados. Por fim, recorreremos a Halliday, Resnick e

Walker (2009) e a Bravin et al. (2013) para completar dificuldades ausentes nas outras referências que apareciam nos itens considerados sobre circuitos elétricos do ENEM.

Metodologia

Neste trabalho, trazemos uma coletânea das principais concepções alternativas e dificuldades dos alunos sobre circuitos elétricos resistivos de corrente contínua conforme abordadas por nossos referenciais, já apresentados acima e organizados por códigos no quadro 1. Não temos a pretensão de listar todas as CACE e DCCE conhecidas na literatura, mas buscamos incluir aqui todas aquelas apontadas como as mais comuns e relevantes.

Quadro 1 – Referenciais sobre CACE e DCCE adotados neste trabalho.

Código	Referência	Código	Referência
A	Engelhardt e Beichner (2004)	E	McDermott e Shaffer (1992)
B	Gravina e Buchweitz (1994)	F	Halliday, Resnick e Walker (2009)
C	Pozo e Crespo (2009)	G	Bravin et al. (2013)
D	Driver et al. (1994)		

Fonte: elaborado pelos autores.

As concepções e dificuldades encontradas foram categorizadas e diferenciadas entre si por três juízes de forma a agrupar ideias semelhantes expressas por autores diferentes. O resultado desse levantamento foi a elaboração do quadro 2 reunindo as principais CACE e DCCE abordadas nos trabalhos investigados, descritas segundo a perspectiva de diferentes autores.

Por fim, olhar para os erros dos alunos em itens de avaliações e provas pode ser uma fonte de informação importante para identificar deficiências na aprendizagem de conteúdos e habilidades (MARCOM, 2019). Nesse sentido, trazemos a análise de uma questão sobre circuitos elétricos aplicada numa das provas do ENEM, a fim de ilustrar como as CACE e DCCE podem ser utilizadas na elaboração de distratores em avaliações para identificação das concepções alternativas e dificuldades dos alunos sobre um conteúdo específico.

Resultados e Discussão

O quadro 2 traz as descrições e referências (conforme o quadro 1) das principais CACE e DCCE abordadas em nossos referenciais. Muitas dessas ideias estão relacionadas entre si e, além disso, um mesmo estudante tende a adotar um ou outro modelo alternativo dependendo do problema ao qual é exposto (ENGELHARDT; BEICHNER, 2004). Sendo assim, buscamos agrupar as concepções e dificuldades principais, focadas em fundamentos básicos de circuitos e corrente elétrica, no início do quadro, seguidas daquelas com foco no resistor, no diagrama e na resolução quantitativa, respectivamente. Por fim, citamos algumas dificuldades sobre equipamentos específicos (fusíveis, voltímetros e amperímetros).

Quadro 2 – Concepções alternativas sobre circuitos elétricos (CACE) e dificuldades comuns sobre circuitos elétricos (DCCE)

CACE ou DCCE	Descrições segundo diferentes referências ¹
Confusão de conceitos e termos (DCCE)	"[...] os alunos usam intercambiavelmente termos associados a circuitos, geralmente atribuindo as propriedades de corrente à tensão, resistência, energia ou potência." (A)
	"Aparecem dificuldades para distinguir e utilizar termos como 'diferença de potencial', 'voltagem', 'corrente', 'energia', 'potência', etc. Os termos 'corrente elétrica', 'eletricidade' e 'voltagem' são utilizados como sinônimos." (C)
	"[...] os alunos pensam em corrente como sinônimo de eletricidade e energia elétrica." (D)
	"Os alunos [se referem] a corrente, voltagem, energia e potência de maneira inadequada e, às vezes, de forma intercambiável." (E)
Eletricidade (ou corrente) como um fluido (CACE)	"[...] os alunos veem esses diagramas [de circuito] como um sistema de tubos no qual flui um fluido que eles chamam de eletricidade." (A)
	"A 'eletricidade' é simplesmente um fluido que é necessário levar de um lugar para o outro." O circuito elétrico é um sistema de partilha e distribuição da "eletricidade", no qual os fios permitem transportá-la do gerador para os aparelhos em que é consumida. (C)
Circuito aberto aceitável (DCCE)	"Incapaz de identificar um circuito completo – circuito fechado." (A)
	"Falha em entender e aplicar o conceito de circuito completo." (E)
Curto-circuito aceitável (DCCE)	Apesar de ser capaz de identificar um circuito completo / fechado, o aluno é incapaz de identificar aqueles em que há curto e/ou determinar que efeito um curto tem em um circuito. (A)
Modelo unipolar (CACE)	"Basta ligar um elemento a um dos polos da bateria, que há de existir passagem de corrente elétrica." (B)
	"Quando se pede que [os alunos] desenhem as conexões de uma pilha e de uma lâmpada para que ligue, propõem modelos nos quais há somente um fio que une os dois dispositivos [...]." (C)
	"Os alunos consideram apenas um fio como ativo e, embora a maioria reconheça os requisitos práticos de um circuito completo, eles ainda pensam que o segundo fio não desempenha um papel ativo. Às vezes, é considerado um fio de segurança." (D)
Modelo de correntes elétricas em choque (CACE)	"Dos terminais da bateria saem cargas positivas e negativas, em sentidos opostos, e quando as mesmas chegam a um elemento, devido a atração entre elas, parte delas se neutralizam, aparecendo então, luz e/ou calor." (B)
	"Quando se pede que [os alunos] desenhem as conexões de uma pilha e de uma lâmpada para que ligue, propõem modelos nos quais há [...] dois fios, indicando que a corrente viaja da pilha para a lâmpada pelos dois fios ao mesmo tempo." (C)
	"Os alunos pensam na corrente fluindo dos dois terminais da bateria para a lâmpada. Às vezes, eles explicam a luz em termos do 'choque' das duas correntes." (D)
Bateria como fonte de corrente constante (CACE)	"A corrente elétrica sai do terminal da bateria (polo positivo ou polo negativo) com um valor constante, ou seja, a bateria é um reservatório de corrente elétrica." (B)
	"A bateria fornece a mesma quantidade de corrente para cada circuito, independentemente da disposição do circuito" (A)
	"As pilhas proporcionam uma corrente constante, independente do circuito a que estejam conectadas." (C)
	"[...] os alunos geralmente pensam na bateria como um estoque de eletricidade ou energia. Eles a veem como algo que fornece uma corrente constante em um circuito fechado, em vez de manter uma tensão constante ou diferença de potencial." (D)
	"Talvez a dificuldade mais difundida e persistente que os alunos tenham com os circuitos de corrente contínua seja a crença de que a bateria é uma fonte de corrente constante [...]. Eles frequentemente negligenciam o papel crítico desempenhado pela resistência na determinação da corrente." (E)
Modelo sequencial (CACE)	"A informação sobre os elementos do circuito só é 'sentida' pela corrente elétrica quando a mesma chega a estes elementos, podendo-se modificar ou não." (B)
	"Somente alterações antes de um elemento afetarão esse elemento." (A)
	"[...] os alunos não aceitam que o circuito seja um sistema de interação no qual qualquer mudança afeta globalmente todo o circuito. Eles tendem a analisar localmente e em separado cada uma das partes do circuito [...]." (C)
	"[...] algo armazenado na bateria viaja pelo circuito, encontrando fios e componentes em sequência." (D)

¹ Quando os originais se encontravam em inglês, os textos foram traduzidos e adaptados pelos autores.

CACE ou DCCE	Descrições segundo diferentes referências ¹
	“Quando uma mudança é feita em um circuito, os alunos geralmente concentram a atenção apenas no ponto em que a mudança ocorre, sem reconhecer que [...] ela pode resultar em mudanças em outros pontos. Há uma tendência a pensar localmente ou sequencialmente, em vez de se raciocinar de forma holística.” (E)
Corrente Consumida (CACE)	“A corrente elétrica não é conservada, parte dela é consumida ou transformada em energia quando atravessa um resistor (ou lâmpada).” (B)
	“O valor da corrente diminui à medida que ela atravessa os elementos do circuito até retornar à bateria, onde não há mais corrente restante.” (A)
	“[...] a corrente vai se gastando ou debilitando segundo atravessa os diferentes elementos que compõem o circuito, de maneira que volta para a pilha menos corrente do que a fornecida inicialmente.” (C)
	“[...] a corrente é vista como ‘consumida’ pela lâmpada e, portanto, há menos no fio ‘voltando’ para a bateria. Alguns alunos esperam que uma segunda lâmpada seja menos brilhante que a primeira quando duas lâmpadas estão no circuito [...]” (D)
	“[...] os alunos] acham que a corrente é constantemente produzida pela bateria e ‘consumida’ pelos elementos em um circuito. [...] Para resolver problemas quantitativos, esses alunos podem assumir que a corrente é a mesma em todos os pontos de um circuito ou ramo quando os elementos estão conectados em série. No entanto, descobrimos que, para muitos estudantes, a noção de que a corrente é conservada permanece uma abstração que eles não podem aplicar a questões qualitativas.” (E)
Corrente divide-se igualmente num nó (CACE)	“Em um nó a corrente elétrica divide-se igualmente, independente dos elementos que estejam ligados”. (B)
	“A corrente divide-se igualmente em todas as junções, independentemente dos resistores em cada ramificação.” (A)
Corrente elétrica muito veloz (CACE)	Os elétrons de condução que compõem a corrente elétrica movem-se próximo à velocidade da luz, por isso a lâmpada acende no momento em que se liga o interruptor. (F)
Voltagem como consequência da corrente (CACE)	“A diferença de potencial é considerada uma consequência da corrente elétrica e não sua causa, de forma que, se $i = 0$, então $V = 0$.” (B)
	“Voltagem vista como uma propriedade da corrente. A corrente é a causa da voltagem. A voltagem e a corrente sempre ocorrem juntas” ou “a corrente é a causa do campo elétrico no interior dos fios do circuito.” (A)
	“[Os alunos] tendem a interpretar a voltagem ou a diferença de potencial como sendo uma propriedade da corrente ou uma consequência desta, em vez de considerar a corrente elétrica como sendo uma consequência da diferença de potencial entre dois pontos de um condutor.” (C)
	“A corrente é geralmente introduzida aos alunos como o conceito principal e eles tendem a pensar na voltagem como uma propriedade da corrente, em vez de como uma pré-condição para a corrente fluir.” (D)
Lâmpadas idênticas sempre brilham iguais (CACE)	“Lâmpadas idênticas sempre brilham igualmente. Surge da observação de lâmpadas em casa, e para justificar, o aluno relaciona o brilho apenas com a resistência, cria cargas em nós ou então, distribui a corrente elétrica igualmente para todas as lâmpadas. ” O brilho dependeria exclusivamente da potência nominal da lâmpada. (B)
Sobreposição de resistores (DCCE)	“A resistência equivalente não depende do tipo de ligação, ela é sempre diretamente proporcional ao número de resistores.” (B)
	“Se um resistor reduz a corrente em certa magnitude, então dois resistores reduzem a corrente pelo dobro, independentemente da disposição do resistor.” (A)
	“[...] tendência em focar no número de elementos do circuito e não na sua configuração.” (E)
Resistência equivalente como elemento do circuito (CACE)	“O aluno igualou a resistência equivalente de um circuito a um resistor individual.” (A)
	“[...] os alunos frequentemente parecem não distinguir entre a resistência de um único elemento e a resistência equivalente de uma associação que contém esse elemento”. (E)
Interpretação de representações gráficas (DCCE)	“Os alunos enfrentam dificuldades para interpretar as representações gráficas dos circuitos. Não são capazes de associar os circuitos reais com suas representações gráficas [...]” (C)
	“[...] os alunos geralmente acham difícil reconhecer os circuitos numa situação prática de equipamentos reais. [...] às vezes não consideram idênticos vários circuitos que, apesar de idênticos, foram rotacionados para ter um arranjo espacial diferente.” (D)
	“Os alunos geralmente falham em reconhecer que todos os diagramas que indicam as mesmas conexões elétricas representam circuitos reais equivalentes, que são eletricamente idênticos um ao outro.” (E)

CACE ou DCCE	Descrições segundo diferentes referências ¹
Associação de resistores baseada na topologia (DCCE)	“Todos os resistores alinhados em série estão em série, independentemente de haver um nó entre eles ou não. Todos os resistores alinhados geometricamente em paralelo estão em paralelo, mesmo que a bateria esteja contida em um dos ramos.” (A)
	“O termo série frequentemente evoca a ideia de sequencialmente, em vez de um tipo específico de conexão. O termo paralelo geralmente mantém uma interpretação geométrica em vez de elétrica.” (E)
Contatos da lâmpada incorretos (DCCE)	“Incapaz de identificar os dois contatos em uma lâmpada.” (A)
	“[...] falha em reconhecer que, para uma lâmpada fazer parte de um circuito completo, seus dois terminais devem estar conectados externamente aos diferentes terminais da bateria e internamente entre si, através do filamento.” (E)
Sobreposição de baterias (DCCE)	Em circuitos com múltiplos geradores, “se com uma bateria a lâmpada possui certo brilho, com duas baterias, independentemente do arranjo, a lâmpada brilhará duas vezes mais.” (A)
Aplicação incorreta de equações (DCCE)	“Aplicação incorreta de uma regra que governa os circuitos. Por exemplo, usou a equação para resistor em série quando o circuito mostrava resistores em paralelo.” (A)
	“A corrente elétrica (i) é inversamente proporcional à resistência elétrica (R) independente da diferença de potencial (V) aplicada.” (B)
Resolução algorítmica sem respaldo conceitual (DCCE)	“[...] os alunos são capazes de utilizá-las [as relações quantitativas no estudo de circuitos elétricos] praticamente sem dificuldades quando se trata de fazer cálculos, de modo mecânico e algorítmico, mas terão problemas na hora de interpretar as relações quantitativas entre as diferentes variáveis envolvidas.” (C)
	“Na falta de um modelo conceitual, [...] os estudantes recorreram a fórmulas, confiaram na intuição ou tentaram fazer as duas coisas. Muitos estudantes imediatamente tentaram usar a lei de Ohm, mas não conseguiram aplicá-la adequadamente. Alguns, que podem ter tido dificuldade com a álgebra, tentaram resolver o problema atribuindo arbitrariamente valores numéricos às variáveis, geralmente escolhendo valores inconsistentes para a corrente, a diferença potencial e a resistência.” (E)
Fusível com sobrecarga não rompe o circuito (DCCE)	Os alunos não reconhecem a funcionalidade e a importância dos fusíveis para proteção do circuito elétrico. Não entendem que ele rompe o circuito em caso de sobrecarga. (G)
Voltímetro e amperímetro não afetam o circuito (DCCE)	“Muitos estudantes não pareciam considerar o amperímetro e o voltímetro como instrumentos que deveriam ser conectados de forma que não afetassem a corrente ou diferença de potencial a ser medida.” (E)

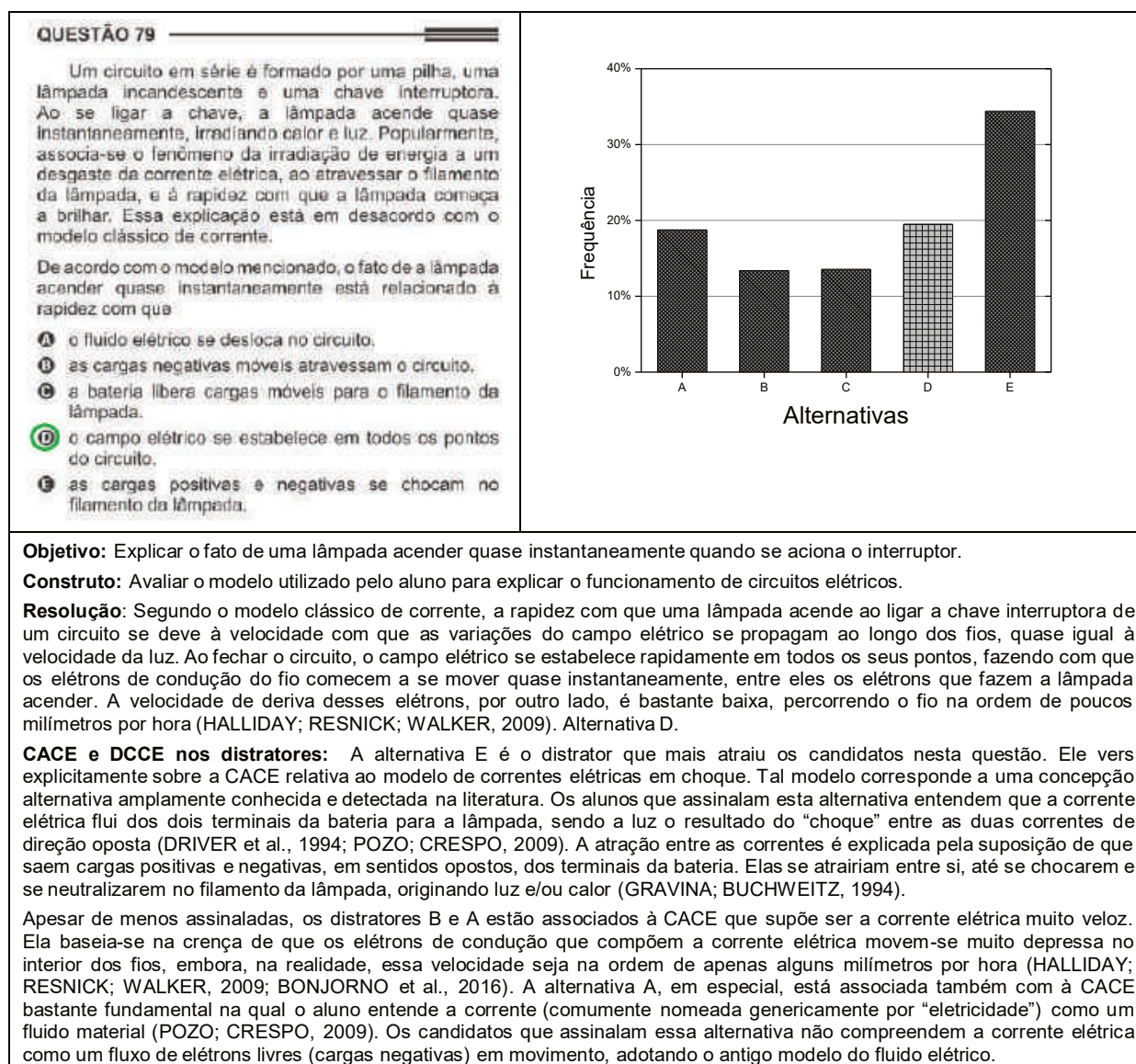
Fonte: elaborado pelos autores com base nas obras referenciadas no quadro.

Observa-se que algumas CACE e DCCE, como “modelo sequencial”, “voltagem como consequência da corrente” e “corrente consumida”, são discutidas por diversos autores, enquanto outras aparecem apenas em uma das referências. Essas abordadas por diversos autores, provavelmente, são aquelas mais comuns que podemos encontrar com maior frequência entre os estudantes.

Julgamos importante incluir no quadro as diversas formas como as concepções e dificuldades são apresentadas, pois ter contato com diferentes leituras sobre as mesmas ideias pode auxiliar o professor a identificá-las nas mais diversas situações.

Por fim, trazemos um exemplo para ilustrar como as concepções alternativas e as dificuldades comuns dos alunos podem aparecer em testes, sejam avaliações formativas ou somativas, nos fornecendo informações sobre as dificuldades dos alunos frente a um conteúdo específico. Para isso, no quadro 3, analisamos as respostas dos alunos concluintes do Ensino Médio dadas ao item 79 da prova azul aplicada no ENEM de 2013.

Quadro 3 – Análise do item 79, caderno azul, ENEM 2013.



Fonte: Os autores. Gráfico elaborado pelos autores a partir dos microdados do ENEM, disponibilizados pelo INEP, disponível em <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>, acesso jan/2020.

Como podemos observar, quando as concepções alternativas estão presentes entre os distratores de um item, elas tendem a atrair as repostas dos alunos que compartilham daquelas ideias. Com isso, se o item for bem construído, é possível identificar possíveis dificuldades e modelos alternativos compartilhados pelos alunos sobre conteúdos específicos trabalhados nas aulas de ciências, neste caso, circuitos elétricos. Se feito no decorrer ou final dos processos de ensino e aprendizagem escolares, um item desse tipo pode mostrar ao professor possíveis deficiências na aprendizagem dos alunos que precisam ser melhor trabalhadas.

Conclusão

Conhecer as concepções alternativas e conseguir identificá-los nas respostas dos alunos em avaliações e testes, seja em sala de aula ou em provas de larga escala, como o ENEM, permite que os professores do Ensino Médio as trabalhem com seus alunos durante as aulas, numa perspectiva de identificar as dificuldades e

modelos alternativos dos alunos, retroalimentando o ensino e favorecendo a prática da avaliação formativa dentro de sala de aula (MARCOS, 2019).

Além disso, é importante que o professor tenha um panorama das concepções alternativas e dificuldades mais comuns observadas entre estudantes, para que possam realizar um adequado planejamento dos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. Neste sentido, reunimos de forma sistemática, segundo a visão de diferentes autores, as principais concepções alternativas e dificuldades sobre circuitos elétricos presentes na literatura, servindo ao professor como um compilado das principais ideias dos alunos sobre circuitos elétricos.

Referências

- BRAVIN, H. C. et al. Fusíveis e disjuntores: tão presentes e ao mesmo tempo tão mal compreendidos. In: ENPEC IX, *Atas... Águas de Lindóia*: ABRAPEC, 2013.
- BRITO, B. R. *As concepções alternativas em exames de larga escala: uma análise das questões de biologia do ENEM*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática — UNICAMP, IFGW, Campinas, 2015.
- DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química nova na escola*, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 31–40, maio 1999.
- DRIVER, R. et al. *Making Sense of Secondary Science: Research into children's ideas*. 1. ed. Londres: Routledge, 1994.
- ENGELHARDT, P. V.; BEICHNER, R. J. Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, American Association of Physics Teachers, v. 72, n. 1, p. 98–115, 2004.
- GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. *Revista brasileira de ensino de física*, São Paulo, v. 16, n. 1/4, p. 110–119, 1994.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física, volume 3: eletromagnetismo*. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Bassi. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- INEP. Matriz de referências para o ENEM 2009. Ministério da educação (MEC). Brasília, 2009.
- MARCOS, G. S. *O ENEM, indicadores formativos e o ensino de física*. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, 2019.
- MCDERMOTT, L. C.; SHAFFER, P. S. Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. part I: Investigation of student understanding. *American journal of physics*, American Association of Physics Teachers, v. 60, n. 11, p. 994–1003, 1992.
- MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

UMA INVESTIGAÇÃO EM PERIÓDICOS E EVENTOS DO ENSINO DE FÍSICA SOBRE O USO DE MODELOS E MODELIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Kleber Briz Albuquerque¹, Paulo José Sena dos Santos²

¹Universidade Federal de Santa Catarina/PPGECT, kleberbriz@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Catarina/PPGECT, paulo.sena@ufsc.br

Resumo

Neste trabalho buscamos traçar o panorama da pesquisa em ensino de Física sobre a utilização de metodologias referentes aos modelos e modelização em práticas e atividades realizadas no ensino médio. Para isso, analisamos os trabalhos de dois periódicos e três eventos considerados como relevantes da área. Após delimitarmos os trabalhos que discutem explicitamente o uso de metodologias sobre modelos e modelização e que se referem a práticas realizadas no ensino médio, verificamos que a pesquisa se concentra em debater três aspectos: a modelagem exploratória ou modelização a partir de softwares e simulações; o estudo dos modelos expressos pelos estudantes; a construção ou a preposição de modelos a partir de experimentos que auxiliem a aproximação de aspectos teóricos e reais. Por fim, considerando que das 318 publicações identificadas apenas 17 se enquadram nos critérios analisados, o que mostra a existência de uma lacuna a ser preenchida com relação ao uso de metodologias que envolvem modelos e modelização no ensino médio.

Palavras-chave: modelos, modelização, ensino de física

A RESEARCH ON JOURNALS AND EVENTS IN PHYSICS TEACHING ABOUT MODELS AND MODELING PRACTICES AND ACTIVITIES IN HIGH SCHOOL

Abstract

In this research we present an overview of research in physics teaching about the use of models and modeling as a teaching strategy in Brazilian high school. For this, we analyzed the works of two journals and three events considered relevant to physics teaching in Brazil. Initially, we found 318 papers that discuss the use of models or modeling, but only 17 satisfied the analysis criteria discussed in this text. Regarding the focus of the investigations the papers present three main aspects: exploratory modeling or modeling based on software and simulations; the study of students' model; and building or proposing of models based on experiments. Our results show the need for studies that discuss the use of models and modeling in this level of education.

Keywords: models, modelling, physics teaching

Introdução

O conhecimento científico e o seu desenvolvimento são pouco compreendidos ou se apresentam em uma versão equivocada tanto pelos estudantes (DRIVER et al, 1996) quanto para aqueles que continuam seus estudos, no ensino superior, ou mesmo para quem trabalha com ciência (PÉREZ et al, 2001; MACHADO, 2007; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2007; LEMES; SOUZA;

CARDOSO, 2009). Quando analisamos os conteúdos de ciências e a maneira como buscamos ensinar os conceitos científicos, dificilmente nos preocupamos em explicitar como um determinado conceito foi elaborado ou como um conteúdo se desenvolveu a partir dos seus aspectos históricos-sociais e procedimentais da área em questão.

Pinheiro (1996) identifica, a partir de suas experiências em sala, que conhecimento físico é estruturado com base em modelos e, ao longo do desenvolvimento do processo de ensino, a concepção de ciência influencia no aprendizado dos conceitos pelos estudantes. Estas constatações não se restringem apenas ao trabalho dessa autora. Pesquisas da área identificam modelos como um dos aspectos constituintes do conhecimento científico e do seu processo de desenvolvimento, propiciando uma visão mais adequada da atividade científica (HESTENES, 1986; BREWE, 2008; VAN BUUREN, 2014; GILBERT; JUSTI, 2016).

Para Moreira (2018) o ensino de ciências atual deveria, dentre diversos fatores, enfatizar o desenvolvimento de aspectos que possibilitem a modelagem de fenômenos, ainda mais quando considerarmos que os modelos estão intimamente ligados a construção de conhecimento científicos.

A definição de modelo num âmbito geral é tida como: uma representação concreta de alguma coisa (HESTENES, 1996). Porém, no âmbito do ensino de ciências o debate com relação ao seu significado é muito mais extenso e amplo, tendo em vista que para muitos autores os modelos possuem tanta importância para a construção de conhecimento quanto às teorias. Sendo assim, buscamos traçar um panorama sobre as percepções de como se dá o uso de modelos e modelização nas práticas em sala de aula no ensino médio a partir das pesquisas na área de Ensino de Física. Para isso, tomamos como base os trabalhos publicados em dois periódicos e três eventos, considerados como relevantes da área, e realizamos uma breve análise deste panorama para suscitar alguns questionamentos e caminhos para quem deseja trabalhar dentro desta perspectiva.

O uso de modelos e modelização no Ensino de Física no Brasil

O estudo aqui apresentado é o recorte de um projeto de doutorado em desenvolvimento sobre o uso de modelos e modelização no Ensino de Física no ensino médio, a qual percebemos a necessidade de verificar a partir de uma pesquisa bibliográfica na área os elementos até então elencados. Para investigação utilizamos:

Dois periódicos - o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). A escolha por estes periódicos se dá pelo fato de serem relevantes e conceituados na área de Ensino de Física, sendo o qualis destas revistas pela CAPES A2 para a CBEF e A1 para a RBEF.

Três eventos - o Encontro de Pesquisa e Ensino de Física (EPEF), o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciência (ENPEC)¹, por sua relevância e participação de diversos pesquisadores da área de Ensino de Física.

A pesquisa bibliográfica foi realizada no período entre 2008 e 2018, visando um recorte que reduzisse o número de publicações a serem analisadas. Utilizamos os artigos publicados nos periódicos, localizados a partir da ferramenta de busca das

¹ Foram selecionados apenas os trabalhos com conteúdos de Física, pois nossa pesquisa está voltada para esta área.

páginas dos periódicos². Enquanto para os eventos, depois de determinar os que ocorreram durante esse período, a pesquisa foi feita a partir dos anais e trabalhos publicados nos sites destes eventos, realizando a seleção dos trabalhos a partir dos títulos destas publicações.

Adotamos para a busca, nos periódicos e eventos, as palavras-chave “modelo”/“modelos”, “modelização”/“modelagem”. As duas primeiras palavras-chave, “modelo” e “modelos”, constituem uma primeira categoria (I), tendo em vista que a diferença entre as duas palavras está apenas no singular e plural. Consideramos, portanto, que, conceitualmente, não há diferença entre o significado das duas palavras, as quais são atribuídas ao próprio objeto construído a partir de um processo de modelização, ou seja, o objeto de estudo. Já as outras duas palavras constituem uma segunda categoria (II), ambas estão relacionadas ao processo de construção de modelos, seja qual o for o método utilizado ao longo deste processo.

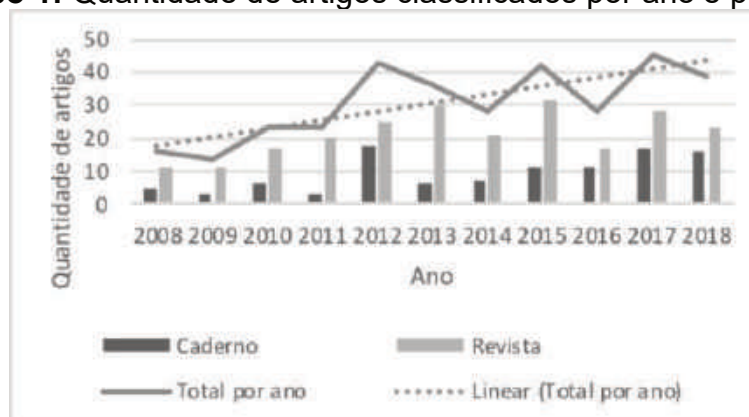
Foram obtidos no total 80 resultados no CBEF e 204 na RBEF. Com relação aos eventos obtivemos 20 resultados para o ENPEC³, 22 para o EPEF e 72 para o SNEF (Quadro 1). Não foi considerado, neste momento da investigação, se os artigos utilizam termos das duas categorias ou repetem os termos da mesma categoria, tendo em vista que buscamos verificar o quantitativo de trabalhos que fazem menção aos termos.

Quadro 1: Quantidade de artigos classificados por palavra-chave e periódicos

	PUBLICAÇÃO	(I) MODELO/ MODELOS	(II) MODELIZAÇÃO/ MODELAGEM	TOTAL POR PUBLICAÇÃO
PERÍODICO	CBEF	69 (86%)	11 (14%)	80
	RBEF	174 (85%)	30 (15%)	204
	Total por palavra-chave	243 (86%)	41 (14%)	284
EVENTO	ENPEC	11 (55%)	9 (45%)	20
	EPEF	10 (45%)	12 (55%)	22
	SNEF	50 (69%)	22 (31%)	72
	Total por palavra-chave	71 (62%)	43 (38%)	114

Fonte: Elaborada pelo autor

Gráfico 1: Quantidade de artigos classificados por ano e periódico



² Página do CBEF: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>

Página da RBEF: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>

³ Por se tratar de um evento de Ensino de Ciências, fizemos uma seleção dos trabalhos da área de Física.

Fonte: Elaborada pelo autor

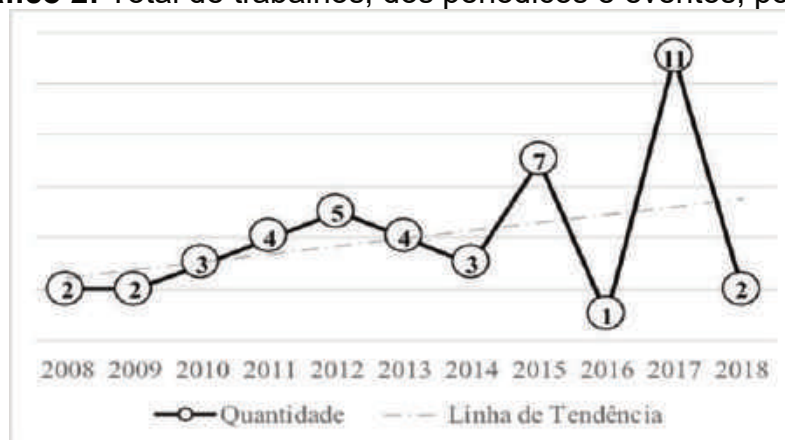
Embora o volume de resultados da RBEF seja maior, a percentagem dos resultados por palavra-chave é relativamente similar. Além disso, há um crescimento de publicações a partir de 2012 em ambos os periódicos, que acompanha também uma tendência no crescimento de publicações voltados para esta área (Gráfico 1). Já para os eventos, não foi possível elaborar um gráfico para verificar essa tendência, tendo em vista que os eventos são bianuais, ENPEC e SNEF em anos ímpares e EPEF anos pares, logo, os anos ímpares ficam com uma quantidade de trabalhos desproporcional aos anos pares, inviabilizando uma análise de tendência fidedigna.

O uso de modelos e modelização no Ensino Médio

Após de obter estes dados iniciais sobre os periódicos e eventos, a partir da leitura dos resumos das publicações obtivemos 27⁴ artigos nos periódicos e 29 trabalhos nos eventos que indicam de maneira explícita discussões voltadas para o nível médio de ensino ao mesmo tempo que utilizam termos que remetem ao uso de modelos e modelização. Porém, se faz necessário analisar de que forma estes trabalhos utilizam modelos e modelização. Para isso, iniciamos este novo recorte aplicando dois critérios de exclusão:

(1) eliminando os trabalhos que utilizam as palavras-chave da busca de maneira solta, sem que haja uma discussão que envolva elementos do aporte teórico da modelização ou que se refira aos modelos como construções do conhecimento científico. Por exemplo, aqueles que discutem modelos de aprendizagem, modelo padrão, modelos atômicos ou realizam discussões epistemológicas que envolvem as palavras-chave da nossa busca inicial. Assim, com este primeiro critério de exclusão, chegamos a 20 artigos publicados em periódicos e 24 trabalhos publicados em eventos, que demonstram uma leve tendência de crescimento de publicações que envolve modelos e modelização em um contexto de sala de aula ao longo do nosso período de investigação (Gráfico 2), sejam estes trabalhos propostas ou discussões de ensino e aprendizagem neste nível de ensino. Este resultado corrobora o Gráfico 1, que demonstra um crescimento de publicações envolvendo os termos sobre modelos e modelização;

Gráfico 2: Total de trabalhos, dos periódicos e eventos, por ano



⁴ Dois trabalhos aparecem na pesquisa por palavras-chave nas duas categorias, “modelo/modelos” e “modelização/modelagem”, diminuindo, portanto, o número de artigos de 29 para 27.

Fonte: Elaborada pelo autor

(2) descartamos os trabalhos que não fazem o uso de referenciais sobre modelos e modelização de forma explícita, ao longo de suas discussões teóricas, visando uma análise aprofundada do uso desta metodologia. Assim, obtemos ao final 5 artigos publicados nos periódicos e 12 trabalhos apresentados em eventos, totalizando 17 publicações dentro da temática que desejamos investigar, o uso de modelos e modelização para o ensino de física no nível médio.

A maior parte dos trabalhos, 11 dos 17, discutem resultados de propostas ou propõe discussões voltadas para a modelagem computacional. Este tipo de modelagem pode ser realizado de diversas maneiras, tendo em vista que os próprios programas possuem características que permitem construir modelos do zero, modificar modelos pré-programados ou simplesmente explorar os modelos que já estão programados.

A modelagem exploratória, por exemplo, propõe que os alunos explorem um modelo previamente conhecido pelo professor, o que favorece a construção dos modelos pelo estudante, já que a mesma possibilita explorar as situações com erros (SALES et al, 2008), servindo como um elemento a ser integrado com outras atividades (OLIVEIRA; FERRACIOLLI, 2011). Outro exemplo seria o uso das simulações, o qual se destaca o fato destas serem úteis por transferirem para os computadores a responsabilidade de realizar cálculos ou propiciar elementos pré-programados enquanto que o estudante passa a se responsabilizar pela interpretação das soluções, validando, generalizando e expandindo os modelos utilizados (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012; NASCIMENTO, NEIDE E GONZATTI, 2015). Também é evidenciado o uso do Modellus, um software que permite a modelagem matemática e computacional de fenômenos físicos (MENDES; COSTA; SOUZA, 2012), para suscitar conflitos dos modelos mentais dos estudantes com os modelos conceituais (SOUZA; MELLO, 2017), melhorando assim a visualização do problema físico modelado.

Todos estes elementos tornam o ambiente de ensino estimulante, motivador e envolvente para os estudantes (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012) ao mesmo tempo que articula conhecimentos do domínio teórico com o real (MENDES; COSTA; SOUZA, 2012; GODINHO; SILVA, 2017; NASCIMENTO; NEIDEE; GONZATTI, 2015) e diminui a abstração de alguns conteúdos (MAIA; FIREMAN, 2009). Além disso, a modelagem computacional também aproxima os estudantes das novas tecnologias (OLIVEIRA; FERRACIOLLI, 2015). E, caso os estudantes já tenham tido o conteúdo ao realizarem as atividades com modelagem computacional, há indicativos que esta metodologia permita ampliar os conhecimentos dos estudantes (MAIA; FIREMAN, 2009).

Todavia, a modelagem computacional também pode apresentar desafios e dificuldades para professores e alunos. Elaboração da expressão algébrica e da programação podem ser obstáculos para os estudantes (MAIA; FIREMAN, 2009), enquanto a dificuldade está no domínio e uso destes softwares e simulações surge como um obstáculo para os professores, principalmente quando estes fatores se somam a carga horária reduzida da disciplina de Física (JÚNIOR; SILVA; BRITO, 2013). Além disso, alguns autores indicam a necessidade de continuarem os estudos para verificarem se os resultados obtidos possam ser confirmados. Dentre os pontos a serem investigados com maior profundidade se destacam: como a modelagem computacional pode ser combinada com outras atividades (LOPES et al, 2017; COSTA et al, 2017), se as propostas podem ser desenvolvidas com outros

conteúdos (GONÇALVES; FERRACIOLLI, 2011) e como se dá as relações de ensino e aprendizagem de física a partir da linguagem visual e matemática que a modelagem computacional permite (SOUZA; MELLO, 2017).

Em seguida, alguns trabalhos também investigam como os modelos dos estudantes influenciam no processo de ensino e aprendizagem. Surge como um aspecto importante que os estudantes aprendam não apenas os conhecimentos científicos, mas também sobre ciências e como é feita a ciências. Neste sentido, a validação, revisão e elaboração de modelos seriam fundamentais ao processo educativo (BARBOSA; BORGES, 2012; LOPES et al, 2017) e verifica-se a dificuldade dos estudantes de expressarem seus modelos (MARTINS; LINHARES, 2010). Surge, portanto, destas discussões, a necessidade dos professores gerarem situações que propiciem estes conflitos entre modelos dos estudantes e modelos mentais (MARTINS; LINHARES, 2010), bem como envolver nas propostas aspectos históricos, científicos, tecnológicos e sociais que ampliem o conceito a ser estudado (HORNES; SANTOS, 2017, LOPES et al, 2017).

Por fim, cabe comentar que alguns trabalhos sugerem a necessidade de elaborar atividades que estabeleçam relações entre teoria e prática, a partir de experimentos (SILVA; DORNELLES, 2017) e repensando propostas já elaboradas (COSTA et al, 2017). Estes últimos elementos, embora apareçam em trabalhos que desenvolvem atividades experimentais, demonstram as mesmas conclusões dos trabalhos que envolvem modelagem computacional e modelos dos estudantes.

Considerações Finais

A partir da nossa investigação verificamos que apesar da crescente produção de trabalhos sobre o tema, 284 artigos em periódicos e 114 artigos em eventos, destes apenas 56 (cerca de 14%) estão voltados para o ensino médio.

Após a aplicação dos critérios de exclusão, trabalhos que não utilizam as palavras-chave no sentido das metodologias sobre modelos e modelização e que não realizam estas discussões explicitamente, verificamos que 17 trabalhos (cerca de 4%) apresentam uma discussão teórica sobre a importância dos modelos e sobre o processo de modelização na construção do conhecimento científico. Isso aponta uma lacuna que precisa ser preenchida, tendo em vista que a ciência e como se dá o processo de construção dos conhecimentos, os quais os modelos e o processo de modelização aparecem como elemento fundamental, é ponto de concordância entre os pesquisadores da área, que sugerem esta como uma discussão que deveria estar presentes nos currículos e, inclusive, discutido de forma explícita durante as aulas.

Por outro lado, o uso de metodologias que envolvem modelos e modelização também exige um preparo dos professores, outras formas de avaliação e uma organização, que envolve tanto a quantidade de aulas quanto a necessidade de alguns recursos, principalmente quando envolve o uso de algum programa computacional.

Além disso, os trabalhos indicam que as discussões sobre os modelos e o uso de diferentes formas de modelização está, principalmente, relacionada a procedimentos metodológicos com uso de softwares e aplicativos de modelagem, sendo que esta abordagem proporcionam um aumento no interesse pela disciplina de Física, uma melhora na visão dos estudantes sobre a atividade científica, uma aproximação entre teoria e situações reais e uma articulação de conhecimentos da física com a matemática.

Por fim, consideramos que há uma lacuna com relação ao uso de metodologias sobre modelos e modelização em práticas para o ensino médio. Desta

forma, este é um campo promissor para futuras pesquisa, sendo uma metodologia com potencial para democratizar o ensino de ciência quando traz à tona para sala de aula o debate do que é a ciência e como se faz ciência.

Referências

- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 23, n. 2: p. 182-217, ago. 2006.
- BREWE, E. Modeling theory applied: Modeling Instruction in introductory physics. **American Journal of Physics**, 76 (12), 2008.
- COSTA, M. M. R.; COSTA, H. P.; JUNIOR, O. G. A.; CARVALHO, P. H. Sequência de ensino sobre eletroímãs e seus modelos casuais para alunos de ensino médio. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2017.
- GILBERT, J. K.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Suíça: Springer. 2016
- GODINHO, D. L. Sentidos sobre realidade produzidos durante uma atividade de resolução de exercícios de Física como estudantes de ensino médio. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017.
- GONGALVES, E.; FERRACIOLLI, L. A investigação da modelagem computacional quantitativa no estudo do resfriamento da água: um estudo exploratório com estudantes do ensino médio. **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011.
- HESTENES, D. Toward a modeling theory of physics instruction, **American Journal of Physics**. 55, p440–454 1986.
- HORNES, A.; SANTOS, S. A. Os modelos atômicos como proposta de ensino numa perspectiva histórica, científica, tecnológica e social. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2017.
- JUNIOR, R. L O; JUNIOR, M. A.; BARBOSA, V. H. Aquecimento e resfriamento da água, aproximados à forma real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 306-319, abr. 2016.
- JUNIOR, R. G. C.; SILVA, A. C.; BRITO, A. V. S. Software Modellus: uma ferramenta didática da modelagem matemática no ensino/aprendizagem de Física. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013.
- LEMES, A. F. G.; SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Ciência E Construção Do Conhecimento Científico: Concepções De Pós-Graduandos Em Química De Universidades Públicas Da Cidade De São Carlos – SP. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009.
- LOPES, E. V.; BELLUCO, A.; GAULKE, A. M.; CALEGARI, M. H.; Como se aproximar do invisível: o uso de modelos no ensino da física moderna para alunos de ensino médio. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2017.
- MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.
- MACHADO, A. B. **Concepções de Ciência entre Professores das Séries Iniciais do Ensino Fundamental em Florianópolis, SC e suas Relações com o Ensino se Ciências**. UFSC, Florianópolis. 2007.

MAIA, L. S.; FIREMAN, E. C. O problema do quicar da bola: um desafio de modelagem computacional para alunos de PIBIC-Jr. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009.

MARTINS, R. L. C.; LINHARES, M. P.; Modelos mentais de alunos do PROEJA sobre fenômenos clássicos e modernos e a dualidade da luz. **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2010.

MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M. S. G. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 2012.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados.**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, Dec. 2018.

NASCIMENTO, J. O.; NEIDE, I. G.; GONZATTI, S. E. M. Modelagem e simulação computacional no ensino de Física: uma proposta de estudo de caso com o PROEJA.

OLIVEIRA, R. R.; FERRACIOLLI, L. O estudo do movimento retilíneo de três móveis a partir de uma atividade de modelagem computacional exploratória: uma aplicação no ensino médio a partir de módulos educacionais. **XVIII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2011.

OLIVEIRA, R. R.; FERRACIOLLI, L. Variação do desempenho de alunos no estudo de movimentos dos corpos: uma análise comparativa entre o desenvolvimento de atividades com modelagem computacional exploratória e atividades escolares tradicionais. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2012.

PEREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PINHEIRO, T. F. **Aproximação entre a ciência do aluno na sala de aula da 1ª série do 2º grau e a ciência dos cientistas: uma discussão**. Dissertação. CED/UFSC. Florianópolis, 1996.

SALES, G. L.; VASCONCELOS, F. H. L.; FILHO, J. A. C.; PEQUENO, M. C. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 2008.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções Sobre a Natureza da Ciência num Curso de Ciências Biológicas: Imagens que Dificultam a Educação Científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n.2, p. 57-181, 2007.

SILVA, C. B. C.; DORNELES, P. F. T. O processo de modelagem científica no laboratório didático de Física da Educação Básica. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017.

SOUZA, E. J.; MELLO, L. A. O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: Campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 530-554, ago. 2017.

VAN BUUREN, O. P. M. **Development of a Modelling Learning Path**. Dissertação. Universidade de Amsterdam, Amsterdam. 2014.

PERSPECTIVAS CIENTÍFICO-CULTURAIS NO ENSINO DE FÍSICA: A CONSTRUÇÃO DE UMA DISCIPLINA ELETIVA DE FÍSICA MÉDICA

SCIENTIFIC-CULTURAL PERSPECTIVES IN PHYSICS TEACHING: BUILDING A MEDICAL PHYSICS DISCIPLINE

Fernanda Cavaliere Sodré¹, José Luís Ortega², Pedro Zen³, Cristiano Mattos⁴

¹ Colégio Bandeirantes, fernanda.sodre@colband.com.br

² Colégio Bandeirantes, jose.ortega@colband.com.br

³ Colégio Bandeirantes, zen@colband.com.br

⁴ Universidade de São Paulo / Instituto de Física, crmattos@usp.br

Resumo

Neste artigo, apresentamos uma proposta de planejamento e a implementação de uma disciplina de física médica para alunos de terceiro ano do ensino médio, numa perspectiva científico-cultural e complexista, fundamentada na Teoria da Atividade e nos gêneros enunciativos. Este curso foi concebido e estruturado para uma disciplina eletiva para alunos do ensino médio, para compor os itinerários propostos pela atual base nacional comum curricular (BNCC). Os temas, a composição e estilos desenvolvidos para implementação dessa proposta interdisciplinar, visavam explicitar a relação entre os conteúdos mobilizados pelas disciplinas (física, biologia, medicina, história da ciência, educação física, artes) e as atividades humanas organizadas historicamente e socialmente nas quais esses conteúdos foram e são produzidos. Aqui, apresentaremos nossa sequência didática elaborada na perspectiva de uma investigação científico cultural ilustrando alguns momentos da práxis estabelecida.

Palavras-chave: Física Médica, investigação-científico-cultural, interdisciplinaridade.

Abstract

In this article, we present a proposal for planning and implementing a medical physics course for third-year high school students, in an interdisciplinary and complexist perspective, based on activity theory, enunciative genres, and scientific-cultural inquiry. This course was designed and structured for an elective course for high school students, to compose the itineraries proposed by the current Common National Curriculum Base (BNCC). The themes, composition, and styles developed to implement this interdisciplinary proposal, aimed to explain the relationship between the content mobilized by the disciplines (physics, biology, medicine, history of science, physical education, arts) and the human activities organized historically and socially in which these contents were and are produced. We will present our didactic sequence elaborated from the perspective of a scientific-cultural investigation illustrating some moments of the established praxis.

Keywords: Medical Physics, Scientific-cultural inquiry, interdisciplinarity

Introdução

Quando nos propomos pensar essas tentativas de promoção de um saber integrador a luz de referenciais complexistas, como o da Teoria da Atividade Cultural Histórica (ENGESTRÖM, 1987), é preciso ressaltar que por trás da escolha da organização e seleção de conteúdos curriculares, existem as finalidades, as funções sociais estabelecidas por grupos sociais determinados para cada sistema educativo. De acordo com Zabala (2002), na maioria dos países do mundo, uma das principais finalidades dos sistemas educativos tem sido a condução dos sujeitos à universidade. A concepção propedêutica dirigida ao nível superior tem sido, em nível nacional ou internacional, um referencial prioritário na seleção e organização dos conteúdos de aprendizagem, em parte determinada por um sistema econômico capitalista que focaliza a educação quase que exclusivamente para o mercado de trabalho (CAMILLO; MATTOS, 2019).

Contudo, na esteira das discussões travadas na área de ensino de ciência, cada vez mais, pesquisadores têm sinalizado a importância do ensino-aprendizagem para o desenvolvimento do sujeito como cidadão, independente do papel profissional que poderá desempenhar na sociedade. Tais discussões acabaram por estender o conceito de “educar para a vida” para um grande número de escolas (sobretudo as privadas, no caso do Brasil) nas quais puderam ser introduzidos novos conteúdos de ensino-aprendizagem, vinculados não de modo exclusivo àqueles exigidos nos exames vestibulares e afinados com a nova estrutura dos itinerários do BNCC que passa a compor 40% da grade curricular.

É neste contexto que surgiu a oportunidade de desenvolver uma sequência didática numa escola básica privada brasileira, situada na cidade de São Paulo. Com o intuito de estabelecer ligações de complementaridade, convergência entre o ensino de Física e a vida cotidiana, foi nos solicitado a criação de um curso que contemplasse estratégias de aprendizagem numa perspectiva de capacitar o aluno para a vida em sociedade, para a atividade produtiva e para experiências subjetivas.

Neste trabalho, temos como objetivo apresentar uma proposta de planejamento e sequência didática, destinada à terceira série do nível médio de ensino, inserida numa disciplina eletiva, na perspectiva de uma investigação científico-cultural (que apresentaremos a seguir). Nesta proposta os conteúdos são tratados de forma mais flexível e menos estanque, com a possibilidade de superação de alguns “limites disciplinares”. A expectativa é a de que os estudantes, habituados as disciplinaridades, se sintam provocados a questionar as relações interdisciplinares e culturais apresentadas ao longo do curso. A inserção de atividades do cotidiano, ou mesmo problemas abertos e complexos, abrem caminho para a atribuição de novos sentidos, significados e valores aos conteúdos aprendidos. Esta estratégia permite percepção do conhecimento escolar como um instrumento de compreensão e atuação no mundo, permitindo também com que os estudantes dialoguem mais com os professores, colegas e ressignifique os próprios materiais pedagógicos.

Referencial teórico

Neste trabalho, abordaremos a atividade educacional como “investigação científico-cultural” (LAGO; ORTEGA; MATTOS, 2019). Entendemos que nossa intervenção configura uma proposta de atividade de investigação científica-cultural,

uma unidade que enfatiza melhor a trama do conteúdo científico com os outros elementos internos e externos à escola. Nela, assumimos um ensino-aprendizagem de ciências crítico e com mais mediações com o mundo, numa forma que visa a superar os muros da escola como delimitadores dos sentidos do conhecimento - encapsulamento escolar (Engeström, 1991). A investigação científico-cultural pretende uma educação científica em que o objeto da investigação seja expandido para além dos produtos da cultura científica, englobando também os produtos da cultura popular e escolar, nos seus mais diversos níveis e complexidades (LAGO; ORTEGA; MATTOS, 2019, 254).

A atividade de “investigação científico-cultural” (LAGO; ORTEGA; MATTOS, 2019), tem sua base na proposta de Engeström (1991), na qual apresentou três propostas de ensino-aprendizagem: a *investigação conceitual*, a *prática científica* e a *investigação cultural*.

A *investigação conceitual*, elaboração teórica da gênese de um conceito, referia-se ao método da descensão do concreto imediato numa redução ao abstrato e a posterior ascensão do abstrato particular para o concreto complexificado ascensão do abstrato ao concreto, (DAVYDOV; 1990, 1993). A descensão refere-se ao estudo de suas relações particulares e de sucessivas generalizações e reduções, enquanto a ascensão reside na volta ao concreto real, ou concreto complexificado, qualitativamente diferente do primeiro concreto, no qual se fazem presentes toda a complexidade e as contradições inerentes à realidade humana (KOSIK, 1976). Este contexto da investigação conceitual corresponde às atividades em que os estudantes investigam e aprendem relações causais, relações matemáticas e físicas sobre o objeto estudado - como os saltos nas atividades do ginásio ou mesmo os giros, *pirouettes* do ballet clássico - e constroem ferramentas intelectuais para uma significação científica adequada à compreensão físicas sobre o movimento dos corpos em lançamento ou em rotação.

Já a *prática científica*, considera o aprendizado como a contínua e cada vez mais central participação de um sujeito em práticas sociais (processo de enculturação). Esta ideia é oriunda de análises do aprendizado de indivíduos por meio da imersão em comunidades de prática, nas quais nem sempre há um ensino institucionalizado como: alfaiates, curandeiros ou parteiros. Neste caso, consideramos, por exemplo, as vivências com a manipulação de instrumentos e procedimentos científicos comuns à atividade de cientistas - como a coleta de amostras bacterianas para cultivo em placas de Petri, realizada na escola, modelagem e manipulação de dispositivos biomecânicos utilizados em hospitais.

Finalmente, a *investigação cultural* é considerada como uma aprendizagem por expansão (Engeström, 2015), relativa ao aprendizado coletivo de pessoas em organizações. Essa abordagem enfatiza a aprendizagem coletiva, a criação de novos conceitos ou novas práticas, uma vez que sinaliza aspectos e contradições na produção, circulação e uso destes conhecimentos na sociedade, trazidos para o espaço escolar por meio de palestras e debates com profissionais das áreas envolvidas no curso de física médica.

Essas abordagens estão inseridas na atividade de investigação científico-cultural, o que torna necessária uma metodologia que de conta da complexificação do objeto de estudo a ser ensinado. Dessa forma, a metodologia de ensino que deriva desse referencial preconiza professores de diferentes disciplinas em codocência no planejamento e na aplicação das sequências (ROTH et al., 2002),

permitindo, por meio do diálogo, que os alunos fiquem imersos em gêneros enunciativos híbridos (BAKHTIN, 2006), os quais articulam temas interdisciplinares na escola e na vida. Além disso, foram utilizados recursos tecnológicos (*moodle*) que permitam aos estudantes e professores o compartilhamento e a construção de uma visão de conjunto dos conhecimentos mobilizados. Isso propiciou discussões que desmistificavam as relações do trabalho científico com a cultura.

Enquadramento empírico

A sequência didática completa dessa disciplina eletiva, foi aplicada em uma escola privada, tradicional, de grande porte, localizada na cidade de São Paulo, que atende majoritariamente a famílias de classe econômica alta, e sempre esteve direcionada à excelência acadêmica e alto desempenho nos exames vestibulares. Na escola, as disciplinas eletivas são disciplinas obrigatórias e semestrais, para 2ª e 3ª série do ensino médio. As disciplinas escolhidas compõem uma variedade das diversas áreas do conhecimento (física, biologia, educação física, medicina, história, arte etc.) e devem ter características interdisciplinares e metodologias de ensino variadas. Em cada semestre, oferece-se ao estudante diversas opções de disciplinas que pode cursar, solicita-se a escolha de uma quantidade mínima para que componha seu próprio itinerário, de acordo com suas possibilidades e interesses. As aulas presenciais nas disciplinas eletivas ocorrem semanalmente (1 aula por semana), com duração de 75 minutos (carga semestral horária por turma: 25 horas). A organização e gestão da disciplina é realizada pela plataforma *moodle*.

A sequência didática introduzida ao longo do primeiro semestre de 2019 foi aplicada em 5 turmas com 40 alunos entre 16 e 17 anos, oriundos da terceira série do Ensino Médio. No caso dos alunos investigados, da 3ª série, os alunos escolhem 2 eletivas em cada semestre nos últimos dois anos do ensino médio, totalizando 6 disciplinas eletivas.

As aulas foram registradas por meio de fotografias. Pelo menos 15 alunos foram entrevistados na perspectiva de identificar enunciados que se relacionassem com os enquadramentos enunciativos e os contextos propostos na construção de cada aula da disciplina. Além disso, algumas atividades foram avaliadas por meio de resenhas das palestras dos pesquisadores-professores, dos quais três foram entrevistados de modo a identificar os sentidos que a disciplina teve para eles.

A disciplina eletiva: física aplicada a medicina e aos esportes

O processo avaliativo é contínuo, diversificado e abarca aspectos conceituais, atitudinais e procedimentais. O engajamento do estudante nas atividades, o desempenho nas atividades de resolução de exercícios e problemas, a autoria e expressão no uso do gênero de divulgação científica são alguns dos elementos avaliados para composição a nota final para a eletiva.

Assim foram solicitadas a elaboração de uma resenha, a ser feita em conjunto - em grupo, durante as aulas de tema microbiologia, uma pesquisa e discussão de reportagens (nas aulas destinadas ao tema da radiação), atividades experimentais (aulas de microbiologia e física da dança), uso de simuladores (modelagem científica), além de resolução de problemas diversos, disponíveis em listas de exercícios temáticas, em avaliações periódicas na plataforma *moodle*.

Sequência de didática Investigativa

No quadro 1 abaixo, apresentamos resumidamente a sequência completa das atividades propostas para a investigação científico-cultural ao longo do semestre. Nela, a escolha dos temas (conteúdo temático), a sequência didática (estrutura composicional) e as formas de apresentação (estilo) (BAKHTIN, 2006) seguiram a narrativa histórica da produção do conceito de corpo humano em seus vários significados. Várias perguntas motivadoras, que sustentaram a atividade, foram feitas, por exemplo: Sobre quando um corpo vivo foi aberto a primeira vez? Como se operava alguém na Idade Média? Como foram descobertos os anestésicos? Qual a maior velocidade que o corpo humano pode alcançar numa corrida?

Quadro 1 – Sequência das atividades/temas, quantidade de aulas (#N), descrição resumida e contextos.

Atividade/Tema	# N	Descrição	Contexto
1. Questionário e apresentação. As representações do corpo na história.	1	Levantamento dos Interesses dos alunos, propostas e estrutura do curso. Tópicos de história da ciência. Debate sobre as perspectivas do curso de física médica no vestibular e no âmbito profissional.	Investigação cultural
2. Escalas do corpo humano	2	Tópicos de microbiologia, história da ciência, notação científica e ordens de grandeza. Exercícios sobre notação e expressão de grandezas em textos de divulgação científica.	Investigação conceitual
3. Descobrimo o corpo	2	Biofísica e microscopia. Coleta e cultivo de bactérias em placas de Petri. Observação ao microscópio das culturas coletadas. Palestra com profissional e biofísica sobre os usos de bactérias na ciência. Resenha temática de divulgação científica.	Prática Científica e Investigação conceitual
4. Imageamento do corpo	5	Tópicos de história da ciência, radiação e raios X, ondulatória, ultrassom e ressonância magnética. Resolução de exercícios e problemas. Montagem de painel - linha do tempo das descobertas e tecnologias. Testes na plataforma <i>moodle</i> .	Investigação conceitual
5. O corpo em ação	3	A física esportiva. Atividade prática na quadra com equipe de educação física sobre o desempenho dos atletas e limites do corpo. Resolução de exercícios vestibulares. Aula prática com professora de ballet clássico e modelagem dos movimentos corporais	Investigação cultural, Prática Científica e Investigação conceitual
6. Os limites do corpo	3	Palestra de bioengenharia sobre próteses e órgãos artificiais, realidade aumentada e interface corpo-máquina. Manipulação de artefatos de bioengenharia para modelagem do corpo. Resolução de exercícios. Teste na plataforma <i>moodle</i> . Resenha temática de divulgação científica. Fechamento da eletiva	Investigação cultural, Prática Científica e Investigação conceitual

Na primeira coluna, indicamos 6 grandes blocos temáticos do semestre. Na coluna de aulas, indicamos o número mínimo de aulas necessárias para cumprir o planejamento. A terceira coluna, apresenta uma breve descrição dos conteúdos e atividades desenvolvidos em cada etapa. Na coluna final, especificamos para cada conjunto de atividades, quais os contextos de aprendizagem dominantes fundamentados (LAGO; ORTEGA; MATTOS, 2019). O contexto de investigação conceitual possibilita aos estudantes o domínio conceitual e teórico para uma compreensão adequada das formas de representação do corpo. O contexto da prática, concretiza essas formas nas atividades e vivências que lhe conferem sentido. Finalmente, o contexto de investigação cultural expande essas formas para outras atividades humanas das práticas da própria escola, da esfera do cotidiano e da esfera profissional. Esses contextos não são excludentes, descrevem as ênfases em cada atividade, no sentido da experiência dominante vivenciada pelos alunos em

cada uma, possibilitando que exponham e elaborem suas concepções de maneira ativa e colaborativa.

Alguns desdobramentos

Na atividade 3 (descobrimo o corpo), por exemplo, convidou-se uma pesquisadora em biofísica (figura 1), para palestrar sobre suas atividades profissionais. Os estudantes puderam observar ao microscópio e analisar suas amostras bacterianas coletadas em placas de Petri dos espaços da escola (cantina, banheiro, quadras esportivas etc.) com os professores, na semana anterior. Além disso ouviram os comentários da pesquisadora sobre o resultado de suas coletas, debateram a importância das bactérias na medicina, desde a pesquisa em antibióticos até modelagem celular. Como atividade avaliativa, os estudantes elaboraram uma resenha de divulgação científica sobre os temas abordados na palestra, na qual expressaram como se apropriaram dos conceitos mobilizados e os relacionaram com a prática experimental.



Figura 1: Observação de culturas bacterianas em placas de Petri ao microscópio.

Na atividade 5 (“o corpo em ação”), com o apoio da equipe de educação Física da escola (figura 2), os estudantes vivenciaram uma atividade sobre os limites corporais humanos, tipicamente os atingidos por esportistas nos recordes olímpicos, relacionando-os com os conceitos de mecânica aprendidos no curso. Nela, os alunos puderam comparar saltos em distância de 3m, obtidos com muito esforço por eles, com os altos de atletas. Com equipe de educação física, os alunos foram ao ginásio para filmar e analisar comparativamente seu desempenho, vivenciando as grandezas físicas envolvidas. Em entrevista, o professor de educação física comentou: “agora que sentiram na pele, os alunos aplicarão os conceitos científicos e modelarão matematicamente os aspectos de cada movimento analisado”.



Figura 2: Filmagem e análise do desempenho dos alunos em salto e corrida.

Nessa mesma atividade, uma professora de ballet clássico ministrou aula em codocência com os professores de física. Sob a orientação da bailarina, os alunos realizaram movimentos do ballet e testaram o aprimoramento dos seus movimentos corporais a luz dos conceitos de mecânica (figura 3).



Figura 3: Professora de ballet e alunos realizam movimentos de postura, equilíbrio e rotação.

Durante a atividade, a professora de Ballet e professores explicavam os movimentos de dança em termo dos conceitos físicos. Por exemplo, ao ensinar à turma como fazer uma diagonal de giros, chamou a atenção da turma sobre a importância do “torque” realizado por um dos braços para que o corpo entre em rotação e, também, sobre o “centro de gravidade” dos corpos dos alunos, que não deveriam ser deslocados, evitando desequilíbrios.

Tais mediações, coordenadas entre as ações da bailarina com as ações dos professores, foram vivenciadas como uma unidade pelos alunos, expressando-as em seus enunciados: “Se eu fechar os braços, no giro, eu estou diminuindo o raio, né?” (Estudante 10), “Olha, consegui me equilibrar, mas estou curvando o corpo. O que eu errei?” (Estudante 05). Dessa forma, os conceitos ganham sentido nessa atividade cujo contexto dominante é a investigação científico-cultural.

Considerações finais

Entendemos que a articulação do campo da educação formal com as atividades sociais, por meio da participação compartilhada entre cidadãos atuantes em diferentes atividades e instituições, favorece a atribuição de sentidos para os conhecimentos aprendidos. Isso multiplica o repertório dos alunos e amplia os enquadramentos de mundo, principalmente pela utilização de uma diversidade de gêneros enunciativos que emergem em formas híbridas (MEDVIÉDEV, 2010). Isso implica a promoção de um conhecimento mais complexo e integrado com a sociedade em que vivemos. Dessa forma, enfatizamos que o conhecimento escolar de física, ao ser enquadrado no estudo das coisas do mundo (dança, esportes, medicina etc.), tornou-se instrumento mediador entre a escola e o mundo. Essa perspectiva é fundamental, pois estabelece uma totalidade que suporta a superação do envelopamento escolar por meio das atividades científico-culturais.

Essa totalidade se estabeleceu, favorecendo o engajamento dos nossos alunos - tradicionalmente mais conservadores e orientado à excelência nos exames vestibulares - nas atividades escolares, estimulando sua capacidade de transitar por diversos contextos disciplinares, construindo uma teia conceitual mais dinâmica, vivencial e complexa. Professores, alunos e pesquisadores, em diálogo, puderam expressar sua autoria, construindo novos percursos curriculares, que só tem a contribuir com o espaço de diversidade e de enriquecimento cultural que é a escola.

O trabalho de investigação, ainda em andamento, pretende analisar os enunciados dos estudantes, identificando as relações com o conteúdo temático, estrutura composicional e estilo enquadrados em cada uma das atividades. Nesse momento da investigação, o depoimento de um estudante, registrado durante as aulas e publicado nas redes sociais da escola, expressa bem nossa intenção de

complexificação do conhecimento escolar: “Acho muito interessante ver os conhecimentos escolares aplicados na vida real. Ficou clara, para mim, a relação entre a física, a biologia, a arte. Isso para mim é poesia!” (Estudante 13).

Bibliografia

- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- CAMILLO, J.; MATTOS, C.R. Ensaio sobre as relações entre Educação, Ciência e Sociedade a partir da perspectiva do desenvolvimento humano. **Linhas Críticas**, v.25, p.94-123, 2019.
- DAVIDOV, V. V. **Types of generalization in instruction**: Logical and psychological problems in the structuring of school curricula. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. (Original work published 1972), 1990.
- DAVIDOV, V.V.; ZINCHENKO, V.P.A Contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da psicologia. In: H.DANIELS (org.). **Vygotsky em foco**: pressupostos e desdobramentos. São Paulo: Papirus, 1993.
- ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research**. Helsinki: Orienta-Konsultit. 1987
- ENGESTRÖM, Y. Non scolae sed vitae discimus: Toward overcoming the encapsulation of school learning. **Learning and instruction**,v.1,n.3,p.243-259, 1991.
- ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding**. Cambridge University Press, 2015.
- LAGO, L.; ORTEGA, J.L.; MATTOS, C.R. A investigação científica-cultural como forma de superar o encapsulamento escolar: uma intervenção com base na teoria da atividade para o caso do ensino das fases da lua. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.24, n.1, p. 239-260, 2019. DOI:10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p239
- LAGO, L.; ORTEGA, J.L., MATTOS, C. Lua na mão: mediação e conceitos complexos no Ensino de Astronomia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 20, n. e10388), 2018. <http://doi.org/10.1590/1983-211720182001020>
- LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning**: legitimate peripheral participation. Cambridge (EUA): Cambridge University Press., 1991. <http://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- MEDVIÉDEV, P. N. **O método formal nos estudos literários: Introdução a uma poética sociológica**. São Paulo: Contexto, 2010.
- ROTH, W-M., TOBIN, K., ZIMMERMANN, A. Coteaching/cogenerative dialoguing: learning environments research as classroom praxis. **Learning Environment Research**, v.5, p.1-28, 2002. Doi: 10.1023/A:1015662623784
- VIGOTSKI, L.S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo, Editora Martins Fontes, 2001.
- ZABALA, A. **Enfoque Globalizador e Pensamento Complexo**: uma proposta para o currículo escolar. Porto Alegre: Artmed. 2002.

O DESENHO COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

DRAWING AS ASSESSMENT TOOL IN PHYSICS EDUCATION IN THE FIRST YEARS OF ELEMENTARY SCHOOL

Jessica Yule da Costa¹, Fernanda Keila Marinho da Silva², Adriana de Oliveira Delgado-Silva³

¹UFSCar/Dep. de Física Química e Matemática, yule.costa.jeeh@gmail.com

²UFSCar/Dep. de Física Química e Matemática, fernandakeila@ufscar.br

³UFSCar/Dep. de Física Química e Matemática, adelgado@ufscar.br

Resumo

Neste trabalho apresentamos uma análise do uso do desenho como instrumento de avaliação na construção do conhecimento Físico nos anos iniciais do ensino fundamental. Para isso analisamos dados coletados durante a aplicação de uma sequência didática para o ensino de Física, que utiliza a temática Poluição Sonora. Durante as aulas foram trabalhados com os estudantes conceitos básicos de ondas sonoras, introduzindo-os a partir da análise de situações cotidianas relacionadas ao tema escolhido. Com o intuito de explorar as interações entre os estudantes e considerando sua faixa etária foram utilizados como estratégia de ensino: aula dialogada, experimentação, vídeos e simuladores computacionais. Os resultados demonstraram que por meio do desenho os estudantes foram capazes de relacionar algumas vivências à temática proposta. Foi possível identificar a incorporação de novos elementos ao repertório dos estudantes, bem como as dificuldades de compreensão do roteiro experimental. A análise dos resultados corrobora com o uso do desenho como uma forma eficiente de identificação e avaliação das dificuldades e progressos dos estudantes nos anos escolares iniciais.

Palavras-chave: avaliação, desenho, poluição sonora, ondas sonoras.

Abstract

In this work we analyze the use of drawing as an assessment tool in the construction of Physics knowledge in the first years of elementary school. For that, we analyzed data collected during the application of a didactic sequence about the theme Noise Pollution. During the classes, basic concepts of sound waves were introduced to the students and linked with everyday situations related to the chosen theme. In order to explore student interaction and considering the age of the participants, the following teaching strategies were used: dialogue classroom, experiments, videos and computer simulation. The results showed that through drawing, students were able to connect some experiences to the proposed theme. We identified in the drawings the incorporation of new elements in the students' repertoire, as well as difficulties in understanding experiments instructions. The analysis of the results corroborates with the use of the drawing as an efficient assessment tool for the identification of the difficulties and progresses of the students in the first school years.

Keywords: Assessment tolls, drawing, noise pollution, sound waves.

Introdução

A formação do conhecimento científico nos anos escolares iniciais concentra-se na criação individual de significado entre os conhecimentos informais e as formas científicas introduzidas nas aulas, que com o passar do tempo se tornam cada vez mais aprofundadas (VIGOTSKI, 1989). Entretanto, nessa fase tão importante da vida de um estudante a Física é pouco explorada, e diversas vezes deixada de lado nas aulas de ciências (ARAÚJO; ABIB, 2003). Buscando justificar, diversos professores usam como argumento a complexidade matemática de alguns temas (VOLANTE ZANON; DE FREITAS, 2007), o que acaba adiando a apresentação dos conteúdos dessa disciplina para a etapa do ensino médio, onde frequentemente predomina o enfoque matemático à disciplina, contribuindo para a desmotivação e desinteresse de alguns estudantes pelos conteúdos de Física.

Porém, em uma aula de ensino fundamental, a Física pode e deve ser discutida de maneira conceitual, fazendo uso de estratégias e/ou recursos visuais e demonstrativos. A Base Nacional Curricular Comum, que é por lei contemplada nos currículos escolares dos colégios públicos e particulares, destaca a importância e o dever da abordagem dos conceitos científicos sob o ponto de vista da Física, deixando claro que o conteúdo não necessita ser trabalhado na forma matemática.

Diversos estudos apontam ainda que quando o estudante consegue estabelecer relações entre o que é aprendido com fenômenos que ocorrem em seu cotidiano ele consegue compreender melhor os conteúdos estudados (SCHROEDER, 2006; BAPTISTA, 2009). Essa estratégia é especialmente interessante nas aulas dos anos iniciais e permite trabalhar em sala de aula partindo do conhecimento prévio dos alunos. Diante disso, em nosso trabalho de pesquisa, propusemos a discussão do tema “Poluição Sonora” para contextualizar a abordagem de conceitos básicos sobre ondas sonoras com estudantes do terceiro ano do ensino fundamental.

Definida a temática e algumas estratégias para discussão do conteúdo junto aos estudantes, voltamos nossa atenção a uma importante etapa do processo de ensino-aprendizagem: a avaliação. De forma geral, o processo avaliativo nas escolas ocorre por meio de questões que possuem respostas exatas, cuja contabilização das notas acaba atribuindo rótulos de “bons” ou “maus” aos estudantes, sem espaço para o acompanhamento do desenvolvimento dos mesmos e dando ao processo de avaliação um caráter de julgamento irrevogável (BARBOSA-LIMA, CARVALHO, 2008). Porém, um instrumento de avaliação interessante e que permite acompanhar o nível de progresso do estudante na construção do conhecimento científico é o desenho. Através do desenho podemos destacar os caminhos da evolução de um estudante na compreensão e consolidação dos conceitos Físicos (BARBOSA-LIMA, CARVALHO, 2008).

Portanto, este trabalho tem como objetivos: apresentar alguns resultados do uso do desenho como instrumento de avaliação do processo de construção do conhecimento científico de conteúdos de Física, a partir da temática Poluição Sonora, em anos iniciais do ensino fundamental; e discutir a importância do desenho no processo avaliativo referente à construção do conhecimento Físico nas aulas de ciências.

O Desenho e a Aprendizagem/Avaliação

A construção do conhecimento científico é resultado das relações do indivíduo com os meios culturais e sociais nos quais está envolvido. A linguagem possui papel fundamental nessas relações e no desenvolvimento intelectual, pois é através dela que os indivíduos conseguem expor e realizar trocas de conhecimento (VIGOTSKI, 1989). A linguagem pode ser escrita, falada e até expressa por meios não verbais, como as imagens e os desenhos. O desenho destaca-se como um instrumento que revela as visões de mundo dos estudantes e pode ser muito explorado nas aulas de ciências, com grandes contribuições à interpretação de pensamentos e revelação da construção de conceitos (VIGOTSKI, 1989).

Segundo Barbosa-Lima e Carvalho (2008) quando consideramos que a criança desenha o que sabe e damos ao estudante a possibilidade de relatar um problema de ciências na forma de desenho, expressando as ideias necessárias para a resolução, esse registro representará o seu conhecimento sobre aquele determinado assunto. Os autores ainda destacam o aspecto positivo do desenho no processo de ensino-aprendizagem-avaliação no ensino de ciências nos anos iniciais e a possibilidade do professor obter dados para a elaboração de estratégias de ensino viáveis (BARBOSA-LIMA, CARVALHO, 2008)

Existem diversas maneiras de analisar e interpretar os desenhos infantis, mas aqui buscaremos identificar indícios do processo de aprendizagem dos estudantes e as relações entre o conhecimento prévio e conhecimento científico destes. Pretendemos ilustrar a afirmação de Baptista (2009) de como a análise dos desenhos pode fornecer ao professor diversas informações sobre os progressos e os obstáculos que cada estudante encontra em seu processo de aprendizagem, assim como sobre os seus conhecimentos prévios, que possibilitam diálogos entre saberes culturais e científicos.

O que torna essa forma de avaliação interessante é o fato de que o desenho não pode e nem deve ser tratado como um instrumento de classificação dos estudantes, como nas avaliações tradicionais. Nesse tipo de avaliação o que importa é o que foi apresentado pelos estudantes para buscar meios de oferecer novas formas de aprimorar o entendimento e a construção dos conceitos a serem ensinados (BARBOSA-LIMA, CARVALHO, 2008).

Procedimentos

Esta pesquisa é de cunho qualitativo, cujos dados foram obtidos a partir da aplicação de uma sequência didática (adaptada do trabalho de Pereira (2017)), que possibilitou a discussão da temática Poluição Sonora com foco na introdução dos conceitos de som, ondas sonoras, funcionamento do ouvido humano entre outros, sob a óptica da Física e adequada a faixa etária dos estudantes. As aulas e atividades da sequência foram aplicadas a três turmas do terceiro ano do Ensino Fundamental, totalizando 96 participantes de uma escola pública da cidade de Sorocaba. As atividades foram desenvolvidas a partir de diferentes estratégias de ensino, visando explorar a utilização de vídeos, experimentos, simuladores, entre outros recursos visuais. A interação nas aulas foi registrada em gravação de áudio. Os assuntos abordados, os objetivos e as atividades propostas encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1: Aulas da sequência didática para discussão da temática Poluição Sonora.

AULA	OBJETIVO	ATIVIDADE	PROPOSTA DA ATIVIDADE
POLUIÇÃO SONORA	Apresentar a temática Poluição Sonora e reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos	Atividade 1	Desenho de Som agradável x som desagradável
ONDAS	Apresentar distintos tipos de ondas por meio de experimentos investigativos.	Roteiro de Experimentação	Registro das observações experimentais com desenhos
ONDAS SONORAS	Apresentar e introduzir conceitos básicos de ondas sonoras por meio da utilização de TIC	Não houve	–
POLUIÇÃO SONORA E SAÚDE	Introduzir o conceito de intensidade sonora, apresentar a escala decibel e enfatizar os danos à saúde causados por esse tipo de poluição	Atividade final	Construção de uma composição de desenhos (colagem) e escrita de uma história envolvendo a temática.

Resultados e Discussão

Aula 1 - O desenho como forma de avaliação dos conceitos prévios

Os objetivos da primeira aula foram apresentar a temática poluição sonora como um problema grave que afeta a sociedade e avaliar os conceitos prévios dos estudantes em suas falas e nos registros em desenho.

Para fomentar a discussão, a aula teve início com a apresentação de dois vídeos: (a) um desenho animado¹ que abordava uma situação cotidiana onde os altos níveis de ruído e a longa exposição tonavam-se um incômodo ao personagem e ao espectador e (b) apresentação de uma sinfonia clássica². Em seguida, a discussão com os estudantes foi conduzida por algumas questões para reflexão (Tabela 2). A cada questão apresentada, os alunos eram incentivados a expressar para a turma seu conhecimento sobre o assunto. Pelas respostas obtidas foi possível perceber que os estudantes foram capazes de identificar a problemática da Poluição Sonora e que muitos apresentaram percepções diversas conforme a suas vivências cotidianas.

Tabela 2: Questões para reflexão na Aula 1.









AULA	QUESTÕES PARA REFLEXÃO
POLUIÇÃO SONORA	<ol style="list-style-type: none"> 1) O que você sentiu quando assistiu cada um dos vídeos? 2) Que tipos de som você conhece? 3) Como você acha que o som chega até nós? 4) Você já ouviu falar de poluição sonora? O que você sabe sobre isso? 5) Você acha que o som pode afetar a nossa saúde?

Vários desenhos refletiram as falas dos estudantes na discussão em sala, onde as repostas para a segunda pergunta versaram sobre sons presentes no dia a dia dos estudantes, assim como era esperado. As respostas mais recorrentes foram: *cachorro, trânsito, carros, motos, pássaros, músicas, barulho irritante, barulho calmo*, com alguns desses elementos observados nos desenhos da Tabela 3.

¹ Pica – Pau e Poluição Sonora. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZIsainlzbj8>. Acesso em: 16/10/2018

² Primavera – Vivaldi. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MJ40QQ78Wjs>. Acesso em: 16/10/2018

Tabela 3: Registro dos alunos na Atividade 1 sobre som agradável x som desagradável.

SOM AGRADÁVEL	SOM DESAGRADÁVEL	SOM AGRADÁVEL	SOM DESAGRADÁVEL
Estudante A		Estudante B	
			
Natureza, chuva	Trânsito, buzina	Natureza.	Serra elétrica, martelo, revólver, trovão, motocicleta, britadeira.
Estudante C		Estudante D	
			
Natureza, gato, pássaros.	Som automotivo (à noite).	Aparelho ou caixa de som, com música “calma” e ajuste de volume.	Revólver e bomba.

Já em resposta à quarta pergunta, algumas falas foram:

“É igual ao pica-pau que estava ouvindo muito barulho, então, isso que é poluição sonora que pode estourar nossos tímpanos” – Estudante E.

“Som muito alto, que se colocar no ouvido a pessoa pode ficar surda” – Estudante F.

“Poluição Sonora é quando tem briga na rua e barulhos de tiro” – Estudante G.

“É quando tem muita gente conversando, que nem no shopping” – Estudante H.

O estudante E remete sua fala ao vídeo apresentado à turma no início da aula. Essa associação ao vídeo também aparece presente no desenho do estudante B, no Tabela 3, que representa os elementos martelo, serra elétrica e britadeira. Nesse caso, percebe-se que os estudantes fizeram a apropriação dos exemplos apresentados para responder a atividade, incorporando novos elementos àqueles já presentes em seu cotidiano, como o trovão e a motocicleta, no caso do estudante B.

O revólver ilustrado pelos estudantes B e D também está presente na fala do estudante G e, infelizmente, reflete o cotidiano de muitas famílias da periferia expostas a tiroteios. Os estudantes A, C, F e H recorrem a exemplos de seu cotidiano, como o trânsito, o som automotivo, o uso de fones de ouvido e som ambiente alto, como no shopping. Cabe destacar ainda que vários estudantes utilizaram o elemento natureza para representar o som agradável. Nesse caso, temos duas relações possíveis *natureza x poluição* e *sons naturais x sons urbanos*.

Dos exemplos aqui apresentados, verificamos que tanto as falas durante a discussão quanto os desenhos confeccionados possibilitaram a identificação de conceitos prévios, assim como de situações relacionadas ao ambiente cultural e social aos quais os estudantes pertencem.

Aula 2 - O desenho como forma de avaliação da aprendizagem em uma prática experimental

A aula 2 permitiu aos estudantes observar diferentes tipos de ondas por meio da realização de quatro experimentos com materiais de fácil acesso e baixo custo. As atividades experimentais foram realizadas no pátio da escola e cada turma foi dividida em grupos com aproximadamente seis estudantes. Após a discussão em grupo, cada estudante deveria registrar individualmente os resultados observados, em forma de desenho e com respostas curtas a algumas perguntas. Inicialmente cabe ressaltar que a atividade foi muito prazerosa para a maioria dos estudantes, devido a oportunidade de ocupar um espaço fora da sala de aula para aprendizagem e a possibilidade de atuar ativamente na atividade, tocando nos objetos e realizando os experimentos. Por outro lado, alguns estudantes tiveram dificuldades em registrar suas observações durante a aula, devido a falta de contato com práticas experimentais. A Tabela 4 ilustra alguns desenhos típicos referentes às respostas dos estudantes aos roteiros experimentais.

Tabela 4: Experimentos da Aula 2, perguntas do roteiro e registro dos alunos.

Ondas na Corda	Exp.1 - Vamos brincar de pular cobrinha? Desenhe o formato da corda que representa a cobra. O que você precisou fazer com a corda?		
	Estudante I	Estudante J	Estudante K
Ondas na mola maluca	Exp.2 - Que tipos de movimentos a mola faz? Desenhe no espaço abaixo.		
	Estudante L	Estudante M	Estudante N
Ondas na água	Exp.3 - Solte a bolinha no meio da bacia com água. Desenhe no espaço abaixo o que você viu. E na segunda bacia, você viu algo diferente?		
	Estudante O	Estudante P	Estudante Q
Ondas sonoras e Força do som	Exp.4 - Aproxime a assadeira do pote. Bata com a colher de pau na assadeira. O que aconteceu com as bolinhas? Por que você acha que isso aconteceu? Desenhe como você acha que a força da batida da colher chegou até as bolinhas.		
	Estudante R	Estudante S	

O primeiro experimento teve como objetivo possibilitar que os estudantes observassem a **propagação de uma onda transversal** e suas principais características, a partir da brincadeira de cobrinha, que consiste em oscilar uma extremidade da corda. Os resultados da Tabela 4, mostram que os estudantes, no

geral, conseguiram registrar a observação. Alguns (estudantes I e K) registraram a “situação”, incluindo os experimentadores em seus registros, enquanto o estudante J, por exemplo, registrou exatamente o que foi solicitado, o formato da corda.

O segundo experimento teve como objetivo ilustrar, por meio de uma brincadeira com molas, a **propagação de uma onda longitudinal**. Nesse caso, os estudantes não conseguiram realizar esse registro, indicando a dificuldade em observar a situação e a necessidade de elaborar melhor a instrução do roteiro. Os estudantes L e M registraram os formatos que a mola pode adquirir, mas não seu movimento. O estudante N ilustrou a situação experimental.



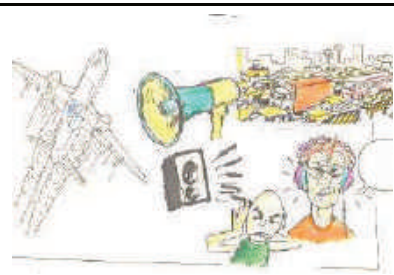
O terceiro experimento teve como objetivo mostrar aos estudantes, o comportamento de uma **onda na água** e o seu caráter bidimensional. Nesse caso, a representação dos três estudantes foi bem clara, com a indicação dos anéis na água, que representam regiões de máximo, cuja observação é simples de ser realizada. Além disso, alguns tomaram o cuidado de ilustrar as gotas de água saindo para fora do recipiente o que indica atenção aos detalhes do experimento.

O quarto experimento teve como objetivo, mostrar as vibrações geradas pela **propagação do som**, ocasionada pela batida de uma colher em uma assadeira. Inicialmente os alunos deveriam expressar, na forma de texto, o que aconteceu. Esta última prática foi considerada a mais difícil, com apenas 20% de respostas preenchidas. Contudo, os desenhos do “transporte da força do som”, exemplificados na Tabela 4 demonstram que alguns estudantes foram capazes de perceber que essa força é transportada por ondas. Apesar das variações na representação dessas ondas, os estudantes R e S conseguiram associar e estender a representação previamente utilizada para ondas na corda ou na água às ondas sonoras.

Aula 4 - O desenho como forma de avaliação da aprendizagem

A atividade final (Tabela 5) consistiu em elaborar uma composição de desenhos (colagem) sobre a temática poluição sonora e escrever uma história referente a essa composição, conforme exemplos ilustrados na tabela.

Tabela 5: Atividade Final, aplicada na Aula 4 e registros de alguns estudantes.

POLUIÇÃO SONORA E SAÚDE	<i>Escolha um ou alguns desenhos da folha dada e represente no espaço abaixo o que você aprendeu nas aulas sobre poluição sonora. Agora, descreva, com suas palavras, o que você representou com as figuras.</i>		
Estudante T	Estudante U	Estudante V	
			

Os estudantes buscaram trazer um grande número de elementos cotidianos para ilustrar a poluição sonora. O estudante U retomou a ideia de contraste entre o som desagradável, associado a poluição sonora no aeroporto, e o som agradável, associado ao pássaro e instrumentos musicais. Os estudantes T e V destacaram os sintomas, como dores de cabeça e irritação, que podem ser ocasionados pelos altos ruídos de falantes, megafones e do trânsito.

Considerações finais

A aplicação de uma sequência didática, com o tema Poluição Sonora, que fez uso do desenho e composição de desenhos nas atividades avaliativas para alunos do terceiro ano do ensino fundamental nos permitiu identificar os conceitos prévios destes estudantes em relação à temática e a apropriação de alguns exemplos e conceitos físicos no processo de construção do conhecimento científico.

Os conceitos prévios apresentados tanto na aula dialogada quanto nos desenhos revelaram aspectos do cotidiano dos estudantes referentes ao ambiente em que residem e às suas vivências. Já na primeira aula, observou-se o estabelecimento de conexões entre esses conhecimentos prévios e os elementos apresentados em vídeo para fomentar a discussão do tema. Na segunda aula, os estudantes foram capazes de relatar alguns resultados experimentais e expressar hipóteses e conceitos científicos utilizando a linguagem do desenho. Foi possível perceber também pelos desenhos, situações em que as instruções experimentais não foram claras, de modo que a maioria dos estudantes não conseguiu observar e representar o fenômeno solicitado. Ao final do estudo do tema, alguns estudantes elaboraram composições representando situações de poluição sonora associadas aos danos e sintomas que elas podem causar à saúde humana.

Os resultados observados deixam claro a viabilidade de abordar a Física no início do ensino fundamental. Além do uso do desenho, como ferramenta acessível aos estudantes dessa faixa etária, o interesse no entendimento de problemas do cotidiano e o uso de estratégias de ensino diversificadas foram fundamentais para o bom andamento do processo de ensino-aprendizagem.

Referências

- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais do ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.
- BAPTISTA, G. C. S. Os desenhos como instrumento para investigação dos conhecimentos prévios no ensino de ciências: um estudo de caso. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, nov. 2009.
- BARBOSA-LIMA, M.C.; CARVALHO, A.M. P.; O desenho infantil como instrumento de avaliação da construção do conhecimento físico. **Rev. Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 337-348, 2008.
- SCHROEDER, C. Uma proposta para a inclusão da física nas séries iniciais do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, Vol. 1, pp. 23-32, 2006
- SCHROEDER, E; FERRARI, N; MAESTRELLI, S. R. P. Construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: a teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino sobre sexualidade humana. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis**, v. 3, n. 1, p. 21-49, maio 2010. ISSN 1982-5153.
- VIGOTSKI, L. S. O Desenvolvimento dos Conhecimentos Científico na Infância. In: Pensamento e Linguagem. 4ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 1989. Pág 103.
- VOLANTE ZANON, D. A; DE FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciência & Cognição**. Rio de Janeiro, v. 10, p. 93-103, mar. 2007.

ANALISANDO O IMPACTO DAS REPRESENTAÇÕES DE GÊNERO NO ENEM 2018

ANALYSING THE IMPACT OF GENDER REPRESENTATIONS IN THE ENEM 2018

Viviana da Cruz Vicente¹, André Machado Rodrigues²

¹ Universidade de São Paulo /Doutoranda no Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências/Instituto de Física, vivianavic@usp.br

²Universidade de São Paulo/Professor Doutor no Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências/Instituto de Física, rodrigues@if.usp.br

Resumo

A pesquisa se consistiu em uma investigação empírica realizada a partir dos dados e itens do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2018. Por meio da aplicação de algumas questões de Ciências da Natureza do exame, em uma escola da rede estadual paulista, foi possível identificar a percepção de estudantes quanto ao contexto dos enunciados apresentados. A partir dos microdados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), e com utilização do programa R, foi gerado o Funcionamento Diferencial dos Itens (DIF) e analisadas as curvas características. Os resultados indicaram que um item sobre força, quando apresentado a homens e mulheres, foi avaliado como tendo representações de gênero masculinas e o grau de familiaridade que se sobressaía foi o médio. Em outro item, onde se discutia a lavagem de jeans, o contexto foi classificado como pertencente do universo feminino, média familiaridade para as mulheres e baixa para os homens. As questões também foram analisadas quanto a presença e ausência de DIF significativa. Apenas no primeiro, de força, que foi detectada a DIF.

Palavras-chave: Ensino de Física, Avaliação, ENEM, Gênero.

Abstract

The present search consists in an empirical investigation, also statistic, accomplished from information's about the Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 2018. Thought an application of some Natural Science questions, in the public school in the state of São Paulo, it was possible to identify the perceptions of participants as to the context of the statements presented. From the microdata available on the Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) and using the statistic software R, were generated the Differential Item Functioning (DIF) and the analysed the characteristics curves. The results indicated that in one item about force, when presented for women and man, it was evaluated as having gender man representations and the degree of familiarity that stood out was the average. In other item, where jeans washing were discussed, the context was classified as belonging to the female universe and of average familiarity for women and low for men. The questions also were analyzed as for the presence and absence of DIF significant. Only the first, of the strength, that DIF was detected.

Keywords: Teaching Physics, Evaluation, ENEM, Gender.

Introdução

Essa pesquisa, de natureza empírica, buscou verificar se as representações de gênero, presentes em algumas questões do bloco de Ciências da Natureza do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2018, 1ª aplicação, eram próximas da realidade dos (as) estudantes. Outro aspecto analisado, nesse estudo, foi se a probabilidade de acertos em um item, por gênero, para indivíduos com a mesma proficiência, eram semelhantes ou se apresentavam diferenças. Uma das hipóteses é que as ilustrações e textos contidos nos enunciados podem favorecer um ou outro gênero. Desta forma, para identificar se há diferenças na probabilidade de acertos, investigou-se o Funcionamento Diferencial do Item. Em inglês, o termo é denominado Differential Item Functioning (DIF).

As análises da DIF geralmente envolvem dois campos: o pedagógico e o estatístico. O primeiro visa investigar se os itens elaborados estão de acordo com a habilidade que pretende medir e, o segundo, se eles possuem os parâmetros necessários para um bom desempenho no instrumento de medição (FACHINETTO, 2016).

Bateson e Parsons-Chatman (1989) afirmam que as desigualdades observadas no item se devem, em partes, as características deles medirem as diferenças dos estudantes fora das experiências da escola e, também, o conhecimento nas outras áreas. Deste modo, visando produzir uma prova que possibilite com que os itens tenham o mesmo nível de dificuldade para ambos os gêneros, são bem vindas as pesquisas que examinem-os individualmente. Buscando, assim, identificar quais aspectos contribuem para reduzir as desigualdades de gênero nos testes padronizados.

Sudweeks e Tolman (1993), mencionam que os recursos utilizados para identificar excertos potencialmente tendenciosos incluem métodos de julgamento e estatística. O primeiro, é subjetivo e visa examinar os itens com a finalidade de reconhecer estereótipos, cultura específica ou ofensiva objetivando eliminá-la. A pretensão é garantir com que os grupos sejam representados de maneira justa e que os enunciados retratem os estilos de vida dos grupos.

Considerando que as questões do ENEM são contextualizadas, e visam identificar as habilidades, o DIF possibilita com que o item seja investigado em relação ao nível de dificuldade e qualidade. Assim, quando os itens apresentam DIF significativa, pode-se dizer que há desigualdades de gênero na probabilidade de acertos e, portanto, que o instrumento mede de maneiras distintas a aptidão de cada grupo.

1. O ENEM

O ENEM, criado em 1998, é realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Baseando-se em testes de proficiência, a prova visa medir o desempenho discente quanto as habilidades consideradas fundamentais em cada disciplina. Inicialmente, até 2008, a finalidade do exame era a de avaliar o desempenho escolar na etapa final da escola básica e fornecer elementos para a elaboração de políticas educacionais.

Em 2005, com a criação do Programa Universidade para todos (PROUNI), bolsas começaram a ser ofertadas conforme a nota do ENEM e a classificação obtida no processo. No segundo formato, a partir de 2009, Marcom e Kleinke (2017, p. 46) mencionam que o exame “tornou-se também instrumento avaliativo de acesso ao ensino superior - semelhante ao SAT nos Estados Unidos da América”. No mesmo ano, a prova que anteriormente tinha sessenta e três itens, passou para cento e oitenta e uma redação. A partir desse ano, a nota no exame se tornou requisito obrigatório para o ingresso nas Instituições Federais de Ensino. O Sistema de Seleção Unificada (SiSU), para as pessoas que almejavam uma vaga nas instituições, classificava participantes conforme a performance.

De acordo com a literatura, o exame é produzido a partir de Matrizes de referência (FERREIRA, 2018, p. 20). Estas são constituídas por competências de quatro áreas de conhecimento: “Linguagens, Códigos e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e suas tecnologias e Ciências da Natureza e suas tecnologias, apresentando ainda, eixos cognitivos comuns a todas as áreas”.

Blasis, Falsarella e Alavarse (2013) mencionam que as avaliações mostram informações sobre os resultados obtidos pelas escolas e redes de ensino. Baseando-se no desempenho nas provas padronizadas, é possível identificar o que foi aprendido, ou não, e fazer inferências sobre o trabalho educativo realizado dentro do contexto escolar.

2. Metodologia

2.1 Caracterização do público alvo e coleta de dados

Em relação a escola participante, a presente possui os seguintes níveis de ensino: Fundamental II, Médio (regular) e modalidade EJA (Educação para Jovens e Adultos). O público alvo do trabalho, constituído apenas por discentes do nível médio (EJA e regular), eram pessoas entre 14 e 61 anos. No total foram cento e oitenta e seis pessoas que fizeram parte do estudo. No que se refere a escolha dos (as) estudantes que preencheriam os formulários, essa pesquisa não se preocupou em delimitar os gêneros ou idades.

A pesquisa foi produzida em duas partes constituídas pela aplicação de formulários e pela interpretação de gráficos gerados a partir dos microdados do ENEM. Na primeira etapa, discentes receberam alguns impressos contendo oito questões do bloco de Ciências da Natureza e deveriam responder duas perguntas: se o enunciado abordava mais elementos presentes no universo feminino, masculino, indeterminado ou não sabia e o quanto o contexto do mesmo era familiar para ela (em uma escala de 1-Muito até 5-Pouco). O critério de seleção, destas questões, foi a existência de objetos facilmente encontrados no cotidiano e que de algum modo pareciam se aproximar mais de um dos universos masculino, feminino ou de ambos. Adicionalmente a isto, as ações presentes nos enunciados também foram levadas em consideração.

Das oito questões, após a análise das respostas dadas aos instrumentos que se baseou na escala Likert (onde são atribuídos pontos para cada categoria), as de número 104 e 113 do caderno azul (1ª aplicação de 2018) foram selecionadas para serem geradas as curvas características dos itens. A segunda etapa se consistiu na investigação dos microdados disponibilizados no sítio do INEP,

possibilitada a partir do programa R, e na interpretação da curva gerada. Buscando, assim, identificar o *Differential Item Functioning* (DIF).

2.2 Teoria de Resposta ao Item (TRI) e o *Differential Item Functioning* (DIF)

A Teoria de Resposta ao Item (TRI), no ENEM, é utilizada pelo INEP desde 2009. Por meio dela, torna-se possível medir o nível de proficiência da pessoa participante por área de conhecimento. Sendo considerado 500 o desempenho médio e 100 a medida de variabilidade média das notas (BRASIL, 2015). A partir da representação gráfica, que expressa a proficiência e também a característica por item, é possível interpretar os resultados pedagogicamente.

De acordo com Carlos (2016, p. 38) existem diversos modelos matemáticos que permitem expressar a probabilidade de cada participante “acertar ao item em função da proficiência”. Entre esses, segundo Andrade, Tavares e Valle (2000), o mais utilizado pela TRI é o modelo unidimensional logístico de 3 parâmetros (ML3). De acordo com os autores descritos, matematicamente, podemos representá-lo pela seguinte expressão:

$$P_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-\lambda_j(\theta_j - \beta_i)}} \quad (1)$$

Sendo que: $i = 1, 2, \dots, I$, e $j = 1, 2, \dots, n..$; j é a representação de um indivíduo; i representa um item; P_{ij} é uma variável dicotômica que assume os valores 1, quando j acerta o item i , ou 0 quando j erra; θ_j é a habilidade do j -ésimo indivíduo; P_{ij} é a probabilidade de j com habilidade θ_j acertar o item i ; β_i é o parâmetro de dificuldade; λ_j é o parâmetro de discriminação; e é o parâmetro de resposta ao acaso (possíveis chutes); D é um fator de escala, constante e igual a 1.

No modelo acima (ML3), a relação entre o indivíduo acertar i e os parâmetros desse item, é uma função de ordem crescente conhecida por Curva Característica do Item (CCI). Considerando que o Funcionamento Diferencial do Item, DIF, é percebido por meio dessa curva, julga-se necessária a descrição dos elementos da TRI no trabalho.

Os esforços em compreendê-la, originados com a psicometria moderna, visavam contribuir para a produção de testes imparciais. Cole (1993), defende que a preocupação com o DIF está relacionada com a vontade de construir questões que não fossem impactadas pelas características culturais dos grupos participantes dos testes que fariam parte de uma avaliação educacional.

De acordo com Fachinetti (2016, p.66), a análise da DIF é apoiada em estudos comparativos realizados após o estabelecimento de grupos. Na maioria das pesquisas, associadas à temática, existem duas populações: um Grupo de Referência (GR) e um Grupo Focal (GF). Esse primeiro (GR), geralmente é o preponderante.

No que se refere ao domínio da TRI, Aguiar (2010, p. 173) menciona que: “é possível dizer que o item não tem DIF, quando a curva (CCI) é a mesma para os grupos comparados em um mesmo nível de habilidade ou proficiência medida pelo item”. Caso contrário, se a curva (CCI) for diferente entre tais grupos, o item apresenta DIF.

Melleberg (1982) menciona que a DIF pode ser classificada como uniforme e não uniforme. Em acordo com a literatura da área, segundo Andriola (2000), Melleberg (1982) e Valle (2002), ela é uniforme quando as CCI dos grupos estudados (GR e GF) são diferentes e não se cruzam. À respeito da DIF não uniforme, o autor descreve que é quando as CCI dos grupos estudados são diferentes e se cruzam em algum ponto do intervalo. Além dessa categorização, Douglas, Roussos e Stout (1996), propuseram duas classificações associadas a DIF. Segundo os autores, quando a DIF beneficia o GR é denominada de Benigna e no caso de favorecer o GF ela é chamada de Adversa.

3. Análise de dados e resultados

As imagens 1 e 2 se referem as questões 104 e 113 que integraram o formulário aplicado. Na primeira, que trouxe à tona elementos como alicate, pinça, carrinho de mão, quebra-nozes e abridor de garrafa, a representação de gênero identificada no enunciado, e que obteve maior destaque, foi a masculina. No que diz respeito ao grau, tanto para homens quanto para mulheres, a proximidade com a situação foi classificada como média. Na segunda, sobre clareamento e lavagem de jeans, a opção que se destacou foi a feminina. Quando a familiaridade do respondente, em relação a descrição dada na questão, a classificação obtida foi de média familiaridade para o público feminino e pouca para o masculino.

QUESTÃO 104

As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. A figura mostra alguns exemplos desses objetos.



Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?

- A Pinça.
- B Alicate.
- C Quebra-nozes.
- D Carrinho de mão.
- E Abridor de garrafa.

Imagem 1-Questão 104 da 1ª aplicação do caderno azul 2018-2º dia de prova

QUESTÃO 113

Companhias que fabricam *jeans* usam cloro para o clareamento, seguido de lavagem. Algumas estão substituindo o cloro por substâncias ambientalmente mais seguras como peróxidos, que podem ser degradados por enzimas chamadas peroxidases. Pensando nisso, pesquisadores inseriram genes codificadores de peroxidases em leveduras cultivadas nas condições de clareamento e lavagem dos *jeans* e selecionaram as sobreviventes para produção dessas enzimas.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. Rio de Janeiro, Artmed, 2016 (adaptado).

Nesse caso, o uso dessas leveduras modificadas objetiva

- A reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- B eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- C elevar a capacidade de clareamento dos *jeans*.
- D aumentar a resistência do *jeans* a peróxidos.
- E associar ação bactericida ao clareamento.

Imagem 2-Questão 113 da 1ª aplicação do caderno azul 2018-2º dia de prova

A partir de um levantamento do DIF para os itens 104 (gráfico 3) e 113 (gráfico 4), as curvas para os itens citados foram geradas.

O eixo y, dos gráficos 3 e 4, representa a probabilidade de resposta correta (P_c), ou seja, de zero até cem por cento (convertida na escala de 0,00 até 1,00). O eixo x, denominado escore padronizado, exhibe a habilidade (θ), θ . A linha contínua, em azul, é o grupo de referência (GR) e corresponde as mulheres. A linha tracejada, em laranja, é o grupo focal (GF) e se refere as respostas dadas pelos homens.

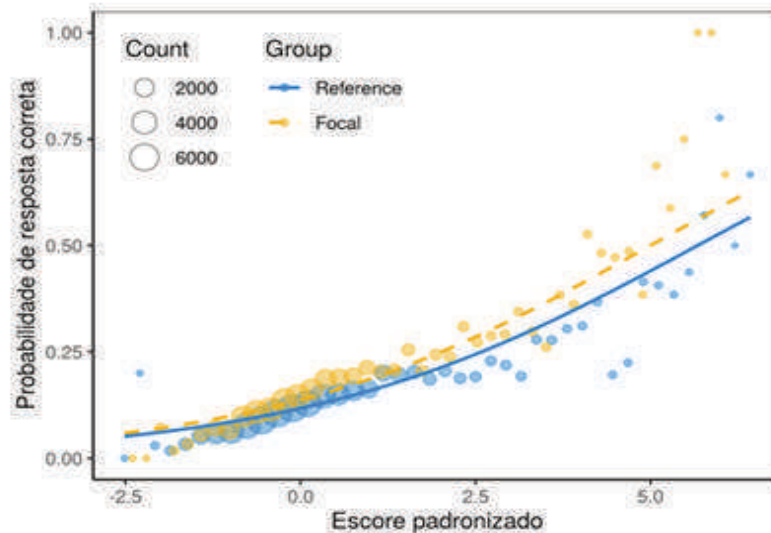


Gráfico 3-Questão 104 da 1ª aplicação do caderno azul 2018-2º dia de prova

No gráfico 3, a CCI dos homens (GF) está localizada mais a esquerda que a das mulheres (GR), indicando que o item (aproximadamente a partir do escore padronizado 2.0) parece ser mais fácil para o grupo focal. Essa diferença no parâmetro b , de dificuldade, permite supor que o item possui DIF significativa e que pode ser inferida a partir da distância vertical do GR e GF. Neste caso, o item provavelmente é considerado mais difícil pelo grupo de referência (composto pelas mulheres). Para o mesmo gráfico, como as curvas não se cruzam, pode-se afirmar que a DIF é uniforme. Considerando que esta CCI beneficia o GF, ela também pode ser classificada como DIF adversa. Como a probabilidade de respostas corretas é baixa, o item é considerado difícil.

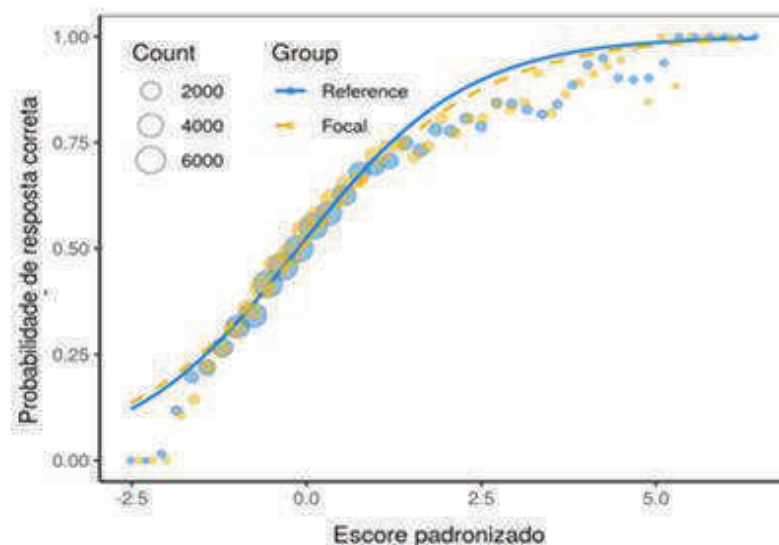


Gráfico 4-Questão 113 da 1ª aplicação do caderno azul 2018-2º dia de prova

No gráfico 4, é verificado um padrão análogo dos parâmetros dos itens tanto para o grupo de referência quando para o grupo focal, sugerindo DIF não significativo. As duas curvas se cruzam, deste modo o DIF é tipo não uniforme. Isto ocorre quando as CCI não são paralelas. O item, por ter probabilidade de acertos alta, é considerado como fácil.

Considerações finais

A partir desta pesquisa foi possível identificar que o nível de familiaridade, de acordo com a representação contida no enunciado, pode se apresentar como sendo mais próximo de um público específico (masculino ou feminino). Entretanto, embora um enunciado tenha elementos classificados como de maior ou menor aproximação para cada um deles, isso não pareceu influenciar no Funcionamento Diferencial do Item.

No que se refere o DIF do item 104, mesmo sendo categorizado como de média proximidade em relação ao contexto para ambos os grupos (focal e de referência), a probabilidade de respostas corretas em relação a habilidade ainda sim foi superior para os homens na situação investigada. Corroborando à suposição, o item 113 considerado mais próximo para as mulheres, e distante dos homens, não apresentou DIF significativa. Desde modo, a partir desse estudo, não é possível afirmar que elementos ou ações identificados como pertencentes em um universo gera impactos no DIF dos objetos analisados. Portanto, salienta-se a importância de continuar a investigação em outros itens pertencentes ao exame.

Na referida pesquisa, em razão das pessoas que participaram do preenchimento dos formulários não serem delimitadas por gênero e idade, para analisar o impacto de tais aspectos nos resultados, seria necessária uma segunda aplicação. Porém, com grupos determinados pela faixa etária e gênero. Deste modo, seriam coletadas informações para a comparação entre os dois grupos. A possibilidade será considerada em trabalhos futuros.

Referências

ANDRIOLA, W. B. **Funcionamento Diferencial dos Itens (DIF)**: Estudo com Analogias para Medir o Raciocínio Verbal. Psicologia: Reflexão e Crítica, p. 475-483, 2000.

BATESON, D. J.; PARSONS-CHATMAN, S. **Sex-related differences in science achievement**: A possible testing artifact. International Journal of Science Education, p. 371-385, 1989.

BLASIS, E.; FALSARELLA, A. M.; ALAVARSE, O. M. **Avaliação e Aprendizagem**: Avaliações externas: perspectivas para a ação pedagógica e a gestão do ensino. Coordenação Eloisa de Blasis, Patricia Mota Guedes. – São Paulo: CENPEC: Fundação Itaú Social, 48 p., 2013.

BRASIL. **Relatório pedagógico**: Enem 2011-2012. Brasília - DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484421/Relat%C3%B3rio+Pedag%C3%B3gico+Enem+2011-2012/b29257e3-2a6c-44a3-992a-02130c379ba9?version=1.2>>. Acesso em: 10/01/2020.

COLE, N. S. **History and development of DIF**. In: HOLLAND, P. W.; WAINER, H. (Ed.). *Differential item functioning*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1993.

DOUGLAS, J. A.; ROUSSOS, L. A.; STOUT, W. F. **Item-Bundle DIF hypothesis testing: identifying suspect bundles and assessing their differential functioning**. *Journal of Educational Measurement*, p. 465-484, 1996.

FACHINETTO, S. M. K. **Estudo comparativo entre o público EJA e o público regular utilizando a análise do Funcionamento Diferencial do item (DIF), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a partir dos dados do Enem 2012**. Dissertação (mestrado profissional)-Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Métodos e Gestão em Avaliação, Florianópolis, 2016.

FERREIRA, E. A. **Teoria de reposta ao item – TRI** : análise de algumas questões do ENEM – habilidades 24 a 30, Mato Grosso do Sul: Dourados, 87 p., 2018.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. **Gênero e Status socioeconômico: reflexões sobre o desempenho dos candidatos na prova de Ciências da Natureza do Enem 2014**. *Revista Perspectiva Sociológica*, 2017. Disponível em: <https://cp2.g12.br/ojs/index.php/PS/article/view/1174/866>>. Acesso em: 15/02/2020.

MELLENBERGH, G. J. **Contingency table models for assessing item bias**. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, v. 7, n. 2, p. 105-118, 1982.

SUDWEEKS, R. R.; TOLMAN R. R. **Empirical Versus Subjective Procedures for Identifying Gender Differences in Science Test Items**. *Journal of research in science teaching*. Vol. 30, n. 1, p. 3-19, 1993.

VALLE, R. C. **Comportamento diferencial do item**: uma apresentação. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 25, p. 3-21, 2002.

O USO DA DANÇA EM ATIVIDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE SABERES DE MECÂNICA GERAL

THE USE OF DANCE IN TEACHING AND LEARNING ACTIVITIES OF KNOWLEDGE OF GENERAL MECHANICS.

Ronaldo Conceição da Silva¹, Shirley Takeco Gobara²

¹Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, ronaldo.silva@ifms.edu.br

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, stgobara@gmail.com

Resumo

Este artigo aborda atividades nas quais foram discutidos saberes de Física, com alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública, por meio da elaboração e apresentação de um roteiro de dança. Norteado pela metodologia qualitativa proposta pela Teoria da Objetivação (TO), cuja base é o materialismo histórico-dialético, destacaram-se como elementos relevantes durante a realização das tarefas, na forma de labor conjunto, diferentes gêneros discursivos, tais como gestos, movimentos corporais e passos de dança presentes no discurso dos alunos. A análise dos episódios relevantes evidenciou que foram as atividades que permitiram, além de discutir saberes científicos de Mecânica Geral, trazer para o campo da análise informações acerca de relações interpessoais entre os alunos e com a própria dança. Reconfigurando o papel do professor e dos alunos, apresentamos uma nova metodologia de abordagem de Física, na qual a aprendizagem é considerada pela ocorrência simultânea de processos de atualização do saber e do ser do aluno.

Palavras-chave: Física e Dança. Ensino de Física. Objetivação e Subjetivação. Teoria da Objetivação. Física e Arte.

Abstract

This article deals with a section of two activities, elaboration and presentation of a dance script, inspired by the Theory of Objectification, in which knowledge of General Mechanics was discussed with students from the 1st grade of High School from a public one. We highlight the use of different discourse genres used by students, such as gestures, body movements and dance steps in classroom discussions. Reconfiguring the role of the teacher and the students, we present a new methodology for approaching Physics, in which learning is considered by the simultaneous occurrence of processes to update the student's knowledge and being.

Keywords: Physics and Dance, Physics Teaching, Objectification and Subjectivation, Theory of Objectification, Physics and Art.

O ensino de Física atual

O modo desinteressante como a Física é abordada na escola é questionado em nosso país, há décadas (ZANETIC, 2006). Infelizmente, muitos alunos não entendem “porque estudam Física”, indagação reforçada pela forma extremamente enrijecida dada por meio da aplicação direta de fórmulas, pela desarticulação cultural e sem alusão ao cotidiano (LIMA et al., 2017).

A busca por novas abordagens e metodologias que humanizem as aulas de Física encontra na associação da Arte à Ciência muitos benefícios. Conforme levantamento realizado por Silva e Gobara (2019), considerável quantidade de trabalhos relacionados ao uso de artefatos culturais como teatro, música, quadrinhos, entre outros, tem sido apresentada nos mais importantes eventos científicos de Ensino de Física e Ciências do país – com exceção da dança. É significativa a contribuição da dança em atividades de ensino para atualização de saberes de Física em sala de aula. A partir desses resultados, estamos realizando uma pesquisa cuja questão de investigação é: Como uma atividade realizada em trabalho conjunto, para elaboração e apresentação de um roteiro de dança, contribui para a atualização de saberes de Mecânica Geral?

Assim, reconhecemos nas atividades em que se utiliza a dança como artefato cultural, possibilidades de discutir conceitos físicos presentes na execução de passos de dança ao elaborar um roteiro de dança em que movimentos circulares e suas causas são explorados. Este artigo é um recorte dessa pesquisa e busca evidenciar indícios de natureza subjetiva em relação ao ensino e aprendizagem de Física e à dança.

Alguns aspectos da Teoria da Objetivação

Sucintamente, de acordo com Radford (2020), a Teoria da Objetivação (TO) de abordagem histórico-cultural versa sobre o ensino e aprendizagem voltados ao fazer pedagógico em sala de aula, buscando compreender o que, quem, porque e como se aprende. Fundamenta-se em princípios filosóficos do materialismo histórico-dialético de Hegel e Marx, e nos estudos de Vygotsky e Leontiev.

A TO é uma alternativa tanto ao modelo de ensino tradicional centrado no professor, responsável pela transferência direta de significados prontos para o aluno, como ao modelo educacional que, centradas no aluno, o consideram construtor de seu próprio conhecimento.

O saber é uma potencialidade disponível na cultura que é atualizado ao ser movimentado, por meio da atividade, tornando-se objeto do pensamento e da consciência do homem. Na atividade em sala de aula, os alunos encontram-se com os saberes potenciais, atualizando-os e materializando-os em conhecimento. A atualização de saberes culturais é chamada “objetivação”. Simultaneamente à objetivação ocorre a subjetivação, relacionada à atualização do próprio ser do aluno, o qual transforma-se dialeticamente em sujeito ético. A aprendizagem defendida pela TO, é vista na ocorrência simultânea da objetivação e da subjetivação, ou seja, tem dimensões relacionadas ao saber e à transformação do ser (aluno).

A TO reconfigura os papéis do professor e do aluno que, no labor conjunto, recorrem a recursos semióticos diversos para responder às situações-problema propostas pela tarefa, como gestos, posturas, expressões corporais, entonações de

voz, silêncios, entre outros, que são elementos importantes na análise dos processos de atualização individuais ocorridos. Assim, a atividade, o labor conjunto, é a responsável pela mediação ocorrida em sala de aula.

O contexto da pesquisa

Foi realizado um curso intitulado “Física e Dança”, em que participaram 13 alunos voluntários da 1ª série do Ensino Médio, no contraturno, de uma escola pública federal da cidade de Campo Grande/MS. Foram realizados nove encontros, objetivando a atualização de saberes de Física, abordados nesta série.

No primeiro encontro, foram realizados um teste conceitual e uma pesquisa sociocultural com cada um dos alunos participantes do curso. Do segundo ao sexto encontros, as atividades abordaram saberes de Mecânica Geral como Força, Pressão, Quantidade de Movimento, Impulso, Centro de Massa e Momento Angular. Organizados em três grupos, no sétimo encontro os alunos elaboraram um esquema de roteiro de dança, abordando os saberes de Física discutidos no curso. No oitavo encontro, os grupos apresentaram e discutiram seus roteiros com todos os integrantes da sala. No nono encontro, além de um novo teste conceitual sobre os mesmos saberes discutidos no teste conceitual inicial, também foi realizada uma entrevista individual acerca das percepções dos alunos sobre sua participação no curso.

Este artigo apresenta um recorte dos dados analisados nas atividades de elaboração e apresentação do roteiro de um dos grupos, nos sétimo e oitavo encontros, respectivamente, para exemplificar a aplicação da TO na atualização de saberes de Física utilizando a dança como o artefato cultural.

Metodologia de pesquisa proposta pela Teoria da Objetivação





Esta pesquisa, utilizando a metodologia qualitativa baseada na TO (RADFORD, 2015), considera como unidade de análise a atividade (labor conjunto) na qual são investigados os processos de atualização de saberes científicos e do ser do aluno. São destacados e analisados elementos semióticos realizados pelos participantes na elaboração de seus discursos sobre os saberes de Física abordados em seus roteiros de dança. A identificação e a valoração dos diferentes gêneros discursivos, como defendido por Mikhail Bakhtin (1986), podem evidenciar as condições de produção e contexto social desses alunos.

Os episódios relevantes foram organizados em um quadro, composto por três colunas: a numeração dos enunciados do episódio, a transcrição e a interpretação. Na transcrição, encontram-se os dados multissemióticos levantados na tarefa realizada. Esclarecemos que o projeto foi autorizado pelo Conselho de Ética ao qual o projeto está submetido, e o uso de imagem está devidamente autorizado pelos participantes e seus responsáveis legais.

Análise de dados: labor conjunto

O Quadro 01 descreve um episódio relevante ocorrido no labor conjunto da tarefa de elaboração do roteiro. Na transcrição, o professor é identificado por P e A4, A7, A11 e A13 são alunos integrantes do grupo analisado. As imagens foram obtidas dos vídeos gravados nos encontros.

Quadro 01 – Episódio relevante 1 na elaboração do roteiro dos alunos

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentários interpretativos dos enunciados relevantes
01	A11: Professor! Professor! Professor! Professor! Professor! Faz esse movimento com a gente de novo, por favor.	A11, aluno do grupo 3, insistentemente chama pelo professor.
02	A11 mostra para A7 o movimento que fez com A5.	Os alunos do grupo 3 se aproximam do professor.
03	P: A13, vou te erguer e girar. 	A13 posiciona corretamente seu corpo ao lado do professor e, juntos, realizam o giro. A finalização do movimento é meio desequilibrada. A11 e A7 observam o movimento do professor com A13
04	A11 tenta pegar A7 e fazer o movimento, mas A7 refuta. 	Empolgado, A11 envolve seu braço ao redor de A7 que contrai todo seu corpo, aparentemente negando o convite para realizar o movimento de dança. Na sequência, A7 se afasta de A11.
05	P: faço com você A11.	O professor convida A11 para realizar o passo.
06		A11 se posiciona corretamente ao lado do professor. Juntos, realizam o movimento de giro. A finalização do passo por A11 é mais equilibrada que dos alunos anteriores (A7 e A5).
07		Aparentando satisfação com sua execução do passo, A11 se posiciona de frente para a sala e faz movimento de agradecimento ao público.

Fonte: Organizado pelos autores.

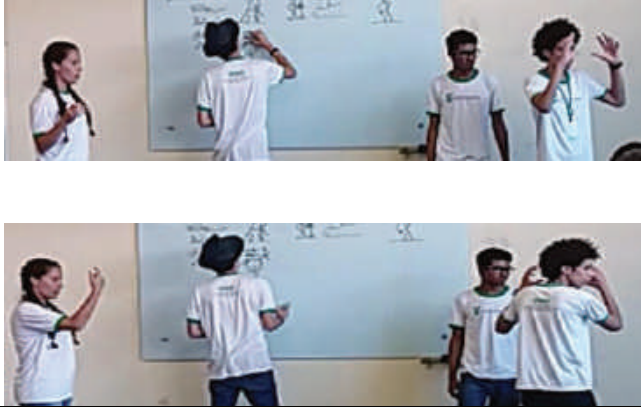
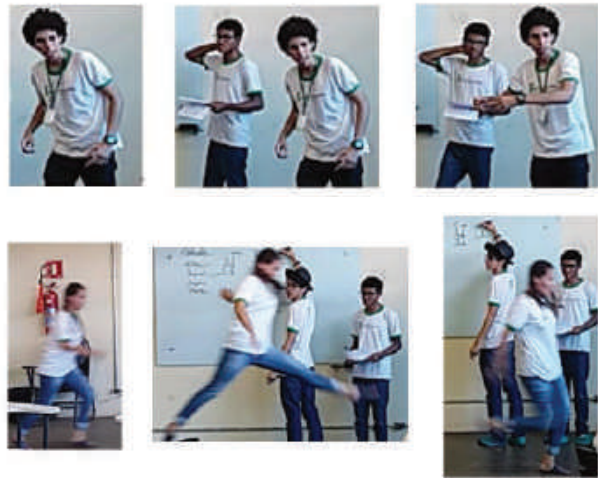
Neste episódio, os alunos A13 e A11, enunciados 03 e 06, respectivamente, se propuseram a realizar o movimento de giro espontaneamente, não se importando com o fato de dançar com o próprio professor, por ser do mesmo gênero. Já A7, no enunciado 04, se mostrou constrangido com o convite para dançar feito por A11. Inicialmente, contraiu o corpo e depois A7 se afasta de A11, evidenciando sua resistência em dançar com o colega, do mesmo gênero.


Evitando um momento de constrangimento para A11 perante a sala, o professor o convida para realizar o movimento de giro, que é executado e finalizado com perfeição por A11, como mostrado na foto do enunciado 06. Sua satisfação com a execução do movimento é expressa por um movimento de agradecimento artístico à plateia (enunciado 07).

Destacam-se, nesse episódio, evidências características diretamente associadas ao processo de subjetivação dos alunos, relacionado ao próprio valor relacional de satisfação ou constrangimento em dançar em público, bem como evidências de que a execução do passo de dança proposto, realizado com técnica corporal, pode contribuir para a atualização de saberes de Física discutido pelos alunos – a força centrípeta e as condições de rotação de corpos.

O Quadro 02 descreve um episódio relevante ocorrido na apresentação do roteiro.

Quadro 02 – Episódio relevante 2 na apresentação do roteiro dos alunos

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentários interpretativos dos enunciados relevantes
08	P: mas vocês querem explorar o que neste movimento?	
09	<p>A13: representar a força aplicada no centro de massa que vai erguer ele e girar.</p> 	<p>Complementando seu discurso oral, o aluno A13 executa o movimento de dança simulando a ação de sustentação e giro que deverá ser feito por um dançarino na cena proposta. Embora permanecendo calada, a aluna A4 contribui com o discurso do amigo fazendo um gesto rotacionando o dedo indicador posicionado verticalmente. Referência ao 6º passo de dança do roteiro.</p>
10	A4: ela entra girando até o meio do palco e aí outra pessoa que já está lá vai pegar ela, erguer até em cima e girar.	Aluna explica como será realizado o passo de elevação e rotação de um dançarino.
11	P: noooooosssa!	surpresa relacionada à dificuldade do passo.
12	<p>A13: não sei se vocês viram, no <i>grand jeté</i>, no momento em que for fazer um passo maior no final você precisa acelerar.</p> 	<p>A13 utiliza de outros gêneros discursivos para complementar seu discurso oral. Diferentemente de A4 que em momentos antes executou o passo <i>grand jeté</i> na apresentação do grupo, A13, evidentemente, não consegue realizar o passo. Ele até posiciona seu corpo para executar o passo mas desiste e faz gesto com as mãos, movendo-as unidas para frente, descrevendo a trajetória do dançarino. Referência ao 3º passo de dança do roteiro.</p>
13	eita pega! Não é perigoso cair no giro não?	Fala de algum aluno na plateia que indica surpresa.
14	P: na verdade, é mais perigoso girar só o corpo em cima,	O professor inicialmente

	<p>assim. Tem que girar junto.</p> 	<p>usa gestos movendo as mãos sobre sua cabeça, e descrevendo a dificuldade do movimento de rotação de um corpo (rígido) a ser realizado em cena. Para descrever o real movimento proposto pelo grupo, ele executa o movimento de dança, mostrando como um dançarino faria a rotação sustentando outro sobre sua cabeça. A4, A11 e A13, empolgados, também executam o movimento realizado pelo professor. Referência ao 5º e 6º passos de dança do roteiro.</p>
--	---	---

Fonte: Organizado pelos autores.

No episódio relevante 2, os alunos, e até mesmo o professor, utilizam outros gêneros discursivos para ilustrar, complementar e tornar mais inteligível o discurso oral. No enunciado 09, os alunos mobilizam recursos semióticos diferentes no labor conjunto marcando, como defende a TO, o caráter pessoal de como os processos de atualizações ocorrem, pois enquanto A13 fala e dança ao mesmo tempo, A4 apenas faz gesto com o dedo e A7 permanece imóvel e prestando atenção à conversa. Isto novamente ocorre no enunciado 16, uma vez que agora é A4 que executa o passo de dança de ballet enquanto que A13 combina dois recursos semióticos em seu discurso – a dança e o gesto. A13 ilustra sua fala realizando o passo de dança, mas por não dominar a técnica necessária, finaliza a materialização do movimento com gestos, movendo as mãos para frente. A13 faz um uso híbrido de passo de dança e gesto incrementando seu discurso oral. No enunciado 14, o professor também utiliza gestos e passos de dança em sua fala. Este enunciado relacionado à subjetividade dos sujeitos, evidencia a satisfação e envolvimento dos alunos quando A4, A11 e A13 que, espontaneamente, dançam à frente da sala.

Outros resultados da análise: processo de objetivação e subjetivação

Esclarecemos que o foco de investigação da TO está no processo de vivência durante o labor conjunto (na atividade), e não simplesmente na resposta final escrita pelos alunos. Buscando ainda outras evidências da contribuição da atividade, ou labor conjunto, para o processo de objetivação e de subjetivação ocorridos em cada aluno, apresentamos algumas respostas dos testes conceituais e entrevistas individuais realizados com os alunos no projeto.

No início do projeto, os alunos foram questionados sobre as forças que agem na maçã no ponto mais alto, no número de malabares feito pelo Cebolinha, conforme Tirinha 01. A4 respondeu “*centrípeda*, normal e peso”, A7 respondeu “peso e centrípeta”, A11 deixou a resposta em branco, e A13 desenhou dois vetores identificando “a força de arremesso do Cebolinha e peso”.



Tirinha 01

<http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira17.htm>



Tirinha 2

<http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira53.htm>

No final do projeto, os alunos foram perguntados sobre qual é a força que faz o papel de força centrípeta no movimento do coelhinho realizado pela Mônica (tirinha 2). A4 e A13 responderam “Tração”. De acordo com a TO, esses alunos atualizaram o saber – que antes era pura potencialidade –, materializado em conhecimento durante o labor conjunto, ou seja, quando ocorre sua transformação em objeto de pensamento (RADFORD, 2019). Entretanto, mesmo participando conjuntamente da atividade, o processo de atualização de um saber (processo de objetivação) não é igual para todos os alunos. A7 respondeu é a “força do braço da Mônica” e A11 continuou sem responder. A resposta de A7, vista no ensino tradicional, levaria a considerá-lo um fracasso, assim como A11. Porém, de acordo com a TO, a aprendizagem é um processo contínuo e inacabado (RADFORD, 2020), em que o fundamental é o processo pelo qual esses alunos envolvem suas energias para buscar realizar e alcançar um objetivo coletivo que, neste caso, foi a elaboração de um roteiro em que a dança foi apenas a motivação para que eles pudessem atualizar seus saberes e os transformar em novas subjetividades (processo de subjetivação).

Em relação às subjetividades, ou seja, a relação com a Física e a dança: nas entrevistas inicial e final, respectivamente, os alunos assim responderam: (A4) “é algo que traz reprovação, não sei o que é” e “comecei a me interessar mais”; (A7) “era só mais uma matéria mesmo, com provas ferradas” e “ver na prática melhorou bastante, não tendo que analisar aquele monte de fórmulas”; (A11) “engloba muito matemática” e que “agora tenho mais conhecimento de Física para entender coisas que antes não entendia”; (A13) “trata das leis que regem a natureza” e “entendi conceitos que eram abstratos pra mim”.

Perguntados sobre o que a dança representava para eles antes da participação no projeto, as respostas dos alunos A4, A7 e A11 resumem-se em “movimentos” e A13 em “algo artístico”. Na entrevista final, respondendo sobre a relação pessoal com a dança, A4 e A13 destacaram que “passou a analisar a dança de forma diferente, pois nunca tinha pensado que a Física podia estar envolvida com

a dança”; A7 disse que agora está “pensando mais como é que funciona cada coisa envolvida”, A11 respondeu que “melhorou em relação aos conteúdos de Física”.

O labor conjunto envolvendo professores e alunos na realização ombro a ombro das tarefas, de acordo com os princípios teóricos da TO, possibilitou a transformação desses alunos, ou seja, novas subjetividades surgiram em relação ao ensino e aprendizagem da Física.

Comentários finais

Os dois episódios relevantes aqui discutidos, evidenciaram que a aprendizagem é um processo que envolve não somente a atualização do saber, mas também do ser, cujas transformações são pessoais. Cada participante da atividade durante o labor conjunto mobilizou diferentes gêneros discursivos na composição de seu discurso. Graças à reconfiguração dos papéis do professor e dos alunos, ocorreram situações de ajuda mútua, obtendo o melhor resultado a partir do envolvimento coletivo e preocupação com o aprendizado e satisfação de todos do grupo.

Observou-se que foi a atividade que permitiu, sobretudo discutir os saberes relacionados ao movimento circular, e também trazer para o campo da análise informações acerca de relações interpessoais possibilitada pelo uso do artefato cultural – a dança – em que situações de timidez, medo de apresentar-se aos colegas, e questões de gênero são trazidas de forma natural em função da ética comunitária e do labor conjunto estabelecidos pela TO. Por fim, atividade proposta consistiu-se em uma excelente oportunidade de contribuir para reduzir o estado de inércia associado ao ensino da Física em muitas escolas.

Referências

BAKHTIN, M. M. **Speech genres and other late essays**. Austin: University of Texas Press, 1986.

LIMA, L. G.; CORALLO, M. V.; RICARDO, E. C. Professor, por que eu tenho que estudar Física? A Física e literatura como promotora de sentidos em processos argumentativos. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 22, 2017. São Carlos: Instituto de Física da Usp, 2017. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/programa/authors.asp?c=L#>>. Acesso em: 26 fev. 2020.

RADFORD, L. Un recorrido a través de la Teoría de la Objetivación. In: GOBARA S. T.; RADFORD L. (Orgs.) **Teoria da Objetivação**: aplicações para o ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática. São Paulo: Livraria da Física, p. 15-42, 2020.

_____. Methodological Aspects of the Theory of Objectification. **Revista Perspectiva da Educação Matemática**, número especial, p. 547-567, 2015.

SILVA, R.C; GOBARA, S.T. “**Ensino de Física e Arte**” e “**Ensino de Física e Dança**”: estado do conhecimento realizado em plataformas nacionais desde o ano 2000. V CONGRESSO DE EDUCAÇÃO FAED/UFMG – 2019. Disponível em: <<https://congressoeducacaof.wixsite.com/ufgd/anais>>. Acesso em: 26 fev. 2020.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1 (49), p. 39-57, jan./abr. 2006.

PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ENGAJAMENTO EM UMA AULA INVESTIGATIVA DE CIÊNCIAS

EPISTEMIC PRACTICES AND ENGAGEMENT IN A SCIENCE INQUIRY CLASS

Izabella Nunes de Vasconcelos¹, Lúcia Helena Sasseron²

¹Universidade de São Paulo/ Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, inunes@usp.br

²Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, sasseron@usp.br

Resumo

A pesquisa em ensino de ciências tem dado atenção para incorporar ao ensino dessa disciplina as práticas do fazer científico, de forma que os alunos além de aprenderem conceitos envolvam-se em práticas relacionadas à construção do conhecimento. Para que isso ocorra, é necessário que os estudantes se envolvam verdadeiramente nessas práticas, ou seja, que se engajem nas atividades propostas. Pensando nisso, buscamos analisar a ocorrência de práticas epistêmicas e engajamento dos alunos em uma aula investigativa de ciências desenvolvida por nós. A coleta de dados se deu em uma turma do 9º ano do ensino fundamental. A partir da análise, pudemos identificar várias práticas epistêmicas e engajamento durante a atividade. Ao estabelecer relações entre os dois, foi percebida a ocorrência concomitante e frequente de certos engajamentos e práticas. Acreditamos que isso se deu principalmente por conta da atuação dos alunos em pequenos grupos. Esperamos, então, através desse trabalho, contribuir para a área de pesquisa em ensino de ciências a partir das ferramentas de análise utilizadas e também para o ensino oferecendo aos professores a possibilidade de organizarem suas aulas considerando as práticas epistêmicas e engajamento.

Palavras-chave: engajamento, ensino de ciências, ensino por investigação, práticas epistêmicas

Abstract

Research in science education has given attention to incorporate scientific practices into the teaching of this subject, aiming that students, in addition to learning concepts, get involved in practices related to the construction of knowledge. For that to happen, it is necessary that students are truly involved in these practices, meaning that they need to engage in the proposed activities. Considering this scenario, we seek to analyze the occurrence of epistemic practices and students' engagement in a science inquiry class. Data collection took place in a 9th grade class of elementary school. From our analysis, we noticed the occurrence of several epistemic practices and engagements. When establishing relations between the two, a concomitant and frequent occurrence of certain engagements and practices was detected. We believe that this was mainly due to the performance of students in small groups. We hope, through this work, to contribute to research area in science teaching from the analysis tools used and also to science teaching where teachers can organize their classes, considering the epistemic practices and engagement.

Keywords: engagement, epistemic practices, inquiry teaching, science teaching

Introdução

Desde as décadas de 1960 e 1970, vê-se uma mudança nos rumos do ensino e aprendizagem de ciências. A ciência como experimentação deu lugar à ciência como construção e revisão de explicações ou modelos; a aprendizagem deixou de ser considerada como um processo passivo e individualista para ser um processo ativo individual e social; o ensino de ciências antes focado no gerenciamento dos comportamentos dos estudantes e materiais “mão na massa” passou a ser direcionado ao encaminhamento das ideias dos alunos, ao acesso à informação e às interações entre os estudantes visando à construção do conhecimento de forma coletiva (DUSCHL; GRANDY, 2008).

Seguindo essa mesma linha de trazer mais que apenas conteúdos para o ensino de ciências, a nova Base Nacional Comum Curricular brasileira no texto voltado ao Ensino Fundamental, afirma que o ensino das ciências da natureza precisa articular “o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2017, p. 319, grifos no original).

Jiménez-Aleixandre e Crujeiras (2017) defendem que o ensino de ciências deve contemplar não só as práticas científicas, mas também as práticas epistêmicas. Logo, os estudantes aprenderiam os tópicos da ciência entendendo e praticando como a ciência é feita, ou seja, eles não estariam reproduzindo experimentos, mas sendo levados a desenvolver e estruturar modos de construir conhecimento científico. Kelly e Licona (2018) em seu trabalho sobre o ensino de ciências e as práticas epistêmicas, definem que existem quatro práticas epistêmicas principais: propor, comunicar, avaliar e legitimar informações ou conhecimentos, de forma que as ações relacionadas à essas práticas podem variar de acordo com os objetivos pretendidos pela atividade proposta aos alunos.

Uma forma de trazer as práticas epistêmicas para o ensino de ciências é através do ensino por investigação. De acordo com Sasseron (2013) por meio da argumentação os estudantes realizam práticas como a investigação, interações discursivas e divulgação de ideias. Mas para que isso ocorra é necessário que os mesmos se engajem nas atividades e discussões que estão acontecendo. Segundo Fredericks, Blumenfeld e Paris (2004), em contexto escolares, o engajamento refere-se à relação que o estudante estabelece com as atividades escolares propostas. Na visão desses autores existem três tipos de engajamento: o comportamental, o cognitivo e o emocional, os quais precisam ser considerados de forma interligada para que se possa ter uma leitura mais completa do engajamento dos alunos.

A partir do exposto, objetivamos com este trabalho, entender como as práticas epistêmicas, trabalhadas em aulas investigativas de ciências, se relacionam com o engajamento dos estudantes. Como parte de nosso trabalho, criamos e implementamos uma sequência de ensino investigativa buscando trazer um tópico atual (transmissão da informação) para ser trabalhado no ensino de ciências. Dessa forma, esperamos trazer contribuições tanto para o ensino de ciências quanto para a área de pesquisa em ensino de ciências.

Referencial Teórico

Ensino por Investigação

Assim como existem diferentes definições e entendimentos para o termo investigação, quando pensamos no ensino de ciências o mesmo também ocorre. Uma definição para investigação seria “ensino por descoberta; aprendizagem por projetos; questionamentos; resolução de problemas, dentre outras” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68). Utilizaremos o termo ensino por investigação para caracterizar o ensino que busca alfabetizar cientificamente os estudantes através da promoção de práticas da ciência de forma a aproximá-los da natureza da ciência (TRIVELATO; TONINDANDEL, 2015). Entre as finalidades atuais da utilização da investigação no ensino temos “[...] o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73).

De acordo com Sasseron (2013), ao contrário do que possa se pensar, a investigação em sala de aula não se resume aos laboratórios ou outras atividades práticas. A leitura de um texto, por exemplo, pode ser uma atividade de investigação. O importante é que haja um problema para ser resolvido e que condições para sua resolução sejam fornecidas.

Sequências de Ensino Investigativas

Partindo do objetivo de criar um ambiente investigativo em salas de aulas de ciências, Carvalho (2013) propõe as sequências de ensino investigativas (SEIs), as quais são definidas como

sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar ao alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p. 9).

Ao planejar uma SEI, o professor precisa levar em consideração algumas atividades-chave: geralmente uma SEI inicia-se com um problema contextualizado, podendo ser ou não experimental, depois da resolução do problema há uma atividade de sistematização e, por fim, a contextualização do conhecimento no cotidiano dos alunos. Algumas SEIs precisam de vários ciclos dessas atividades ou até outros tipos delas, pois demandam um tempo maior para serem trabalhadas quando abordam conteúdos curriculares mais complexos (CARVALHO, 2013).

Pelo exposto, podemos perceber que uma SEI procura aproximar os estudantes de práticas que são próprias da ciência.

Práticas Epistêmicas

Kelly (2008) interessou-se em estudar as maneiras pelas quais o conhecimento é construído e justificado dentro de uma comunidade particular. Seu argumento é que uma comunidade justifica o conhecimento através de práticas sociais, as quais são constituídas por um conjunto de ações padronizadas,

normalmente realizadas por membros de um grupo baseadas em propósitos e expectativas em comum e com valores e ferramentas culturais compartilhados. Quando tais ações padronizadas dizem respeito ao conhecimento, Kelly (2008) as chama de epistêmicas. Dessa forma, este autor define como práticas epistêmicas as formas específicas com que membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam o conhecimento.

Segundo Kelly e Licona (2018), existem vários tipos de práticas epistêmicas que variam de acordo com os objetivos pedagógicos pretendidos pelas atividades. Pode-se citar, por exemplo, como os objetivos epistêmicos de um debate sobre questões sociocientíficas diferem daqueles pretendidos em um laboratório investigativo. Dessa forma, os autores desenvolveram um quadro exemplificando as práticas epistêmicas que podem estar presentes quando consideramos abordagens investigativas no ensino de ciências, educação para engenharia e problemas sociocientíficos. Para fins deste trabalho, apresentaremos a seguir no quadro 1, conforme nossa tradução, apenas as práticas classificadas por Kelly e Licona (2018) como referentes às abordagens investigativas no ensino de ciências.

Quadro 1: Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. Fonte: Kelly e Licona (2018), tradução nossa.

Abordagem disciplinar: Ensino por Investigação	
Práticas Epistêmicas	
Propor	Comunicar
Apresentar questão a ser investigada Planejar investigações científicas para responder questões Fazer observações Conceber evidências relevantes para a investigação Construir e refinar modelos	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Fornecer justificativas para uma afirmação científica Escrever uma explicação científica (relatório de laboratório) Comunicar uma explicação científica verbalmente Construir uma explicação científica baseada em evidência e raciocínio
Avaliar	Justificar
Avaliar os méritos de uma afirmação científica, evidência ou modelo Avaliar uma linha de raciocínio científica Avaliar uma explicação científica Considerar explicações alternativas	Construir consenso coletivo no grupo/sala a respeito de conclusões Construir consenso coletivo sobre explicações Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica

Engajamento

No campo educacional, engajar ou engajamento corresponde à relação que o estudante estabelece com as atividades escolares propostas (FREDERICKS; BLUMENFELD; PARIS, 2004). O engajamento é apresentado por vários autores como uma solução para resolver muitos dos problemas que se têm com a falta de participação dos alunos na escola. Frederick, Blumenfeld e Paris (2004), apoiados em autores como Burkett (2002) e Pope (2002), ressaltam que um dos problemas atuais da educação é que os alunos acham a escola entediante ou como um mero jogo de notas, do qual eles tentam sair com o menor esforço possível. Frederick, Blumenfeld e Paris (2004) ainda ressaltam, como trazido por Rumberger (1987), que esses problemas são mais agravantes entre alunos que fazem parte de minorias, os quais possuem os maiores índices de abandono escolar.

Se nosso objetivo como educadores de ciências é alfabetizar cientificamente nossos estudantes (SASSERON, 2013), é preciso que tenhamos meios para que os alunos possam criar vínculos com a escola de forma que invistam verdadeiramente

no seu aprendizado. Entender, portanto, como o engajamento pode afetar a dinâmica dos alunos, quais são os tipos de engajamento e como eles podem ser identificados e promovidos, é essencial para que possamos contribuir de forma mais eficaz para a participação dos estudantes na vida escolar.

Fredericks, Blumenfeld e Paris (2004) mostram que o engajamento é tratado na literatura sob três denominações: engajamento comportamental, engajamento emocional e engajamento cognitivo. Os autores argumentam que o engajamento deve ser considerado como um construto plural sendo formado por características comportamentais, emocionais e cognitivas. Para esses autores, ao tomarmos esses tipos de engajamento de forma isolada, estamos separando o comportamento, a emoção e a cognição dos estudantes.

Fredricks et al (2004) não construíram uma ferramenta para classificar os engajamentos. Isso foi desenvolvido por Faria e Vaz (2019) baseando-se, por sua vez, nos trabalhos de Fredericks, Blumenfeld e Paris (2004) e em Sinatra, Heddy e Lombardi (2015). A ferramenta foi intitulada “Indicadores de engajamento” e está apresentada no quadro 2. Adicionamos siglas nos três tipos de engajamento para facilitar nossa futura categorização e análise.

Quadro 2: Indicadores de engajamento. Fonte: Faria e Vaz (2019).

Comportamental	Emocional	Cognitivo
CP1 - Observação e adesão dos estudantes às normas e acordos estabelecidos no grupo e na classe como um todo; CP2 - Respeito às opiniões, sugestões e ideias dos colegas; CP3 - Envolvimento na resolução de tarefas; CP4 - Esforço, persistência e concentração na resolução de tarefas; CP5 - Contribuições individuais para resolução de tarefas; CP6 - Colaboração para resolução de tarefas.	EM1 – alegria EM2 - bem-estar EM3 - felicidade EM4 – empolgação EM5 - orgulho EM6 - prazer EM7 - satisfação EM8 – ansiedade EM9 - frustração EM10 - nervosismo EM11 – agitação EM12 - inconformismo EM13 - tédio	CG1 - Uso de estratégias de aprendizagem como a elaboração de anotações e sínteses no caderno; CG2 - Investimento cognitivo na compreensão dos fenômenos enfocados pelas tarefas; CG3 - Investimento cognitivo na compreensão de relações, conceitos e ideias relacionados às tarefas; CG4 - Esforço para aprofundar ou aperfeiçoar o que já se sabe; CG5 - Esforço para se apropriar de estratégias de domínio geral; CG6 - Flexibilidade na resolução de tarefas.

Metodologia

Buscamos entender por meio deste trabalho, quais práticas epistêmicas e quais engajamentos podem ocorrer em uma aula investigativa de ciências e, dessa forma, estabelecer relações entre ambos. Para isso, construímos uma sequência de ensino investigativa (SEI), com o tema Transmissão da Informação, a partir da qual coletamos nossos dados. A seguir apresentaremos a SEI desenvolvida.

A SEI “Transmissão da Informação”

Planejamos a SEI em 3 blocos (Sistema de comunicação, Ondas de rádio, Ondas e suas características gerais), os quais têm duração de 2 encontros ou duas aulas de 50 minutos cada. Ao fim da SEI, esperamos que os alunos compreendam que: as ondas eletromagnéticas são responsáveis por grande parte das telecomunicações atuais e são organizadas em um espectro que nos ajuda a entender suas características, assim como seus benefícios e malefícios; o funcionamento de um sistema de comunicação simples; as transmissões podem ser

interrompidas por conta de obstáculos como paredes, elevadores, túneis e falta de antenas, por exemplo.

Nossa SEI possui atividades sobre: os componentes básicos de um sistema de comunicação; a funcionalidade das transmissões via *wifi*, *bluetooth* e infravermelho utilizando um carro robótico; simulações computacionais sobre ondas mecânicas e eletromagnéticas; problemas contextualizados sobre interrupções na transmissão de sinais e um vídeo sobre o espectro eletromagnético.

Sobre a coleta de dados

Aplicamos a SEI descrita acima em uma escola da rede pública estadual de ensino. A professora de Ciências do 9º ano se voluntariou para aplicar a SEI para as suas turmas. O 9º A foi a turma escolhida para a nossa análise. Além da professora da turma, a primeira autora deste trabalho participou de alguns momentos das discussões auxiliando os alunos na parte técnica dos carrinhos. Em nossa análise a professora da turma será chamada de “professora 1” e a pesquisadora de “professora 2”. Todas as aulas da SEI foram registradas em videografações e gravadores. A cada aluno foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em que, por meio da autorização de seus pais, eles concordaram em participar da pesquisa. A identidade dos alunos durante as transcrições foi preservada pela alteração do nome dos mesmos no processo de transcrição.

Para este trabalho, devido à limitação de espaço, trouxemos apenas a análise de um trecho de uma das atividades que compõe a SEI, a atividade da simulação computacional. Para classificarmos as práticas epistêmicas, usamos a ferramenta construída por Kelly e Licon (2018) presente no quadro 1. E para o engajamento utilizamos a ferramenta desenvolvida por Faria e Vaz (2019) apresentada no quadro 2.

Análise e Considerações Finais

A seguir, trazemos o trecho transcrito e, posteriormente, a análise das falas com base nos engajamentos e práticas epistêmicas identificados. Durante a realização da atividade da simulação, os estudantes foram convidados a trabalhar em equipe para responder dois roteiros, um sobre as ondas mecânicas e outro sobre as eletromagnéticas. O trecho a seguir é um recorte de um dos momentos onde as estudantes estavam trabalhando na simulação sobre as ondas mecânicas.

Turno	Falas Transcritas	Práticas Epistêmicas	Engajamento
1	Lia: “Fixem um valor para a frequência. Descrevam o movimento da onda para esta frequência à medida que modificam o valor”. Valor para frequência. O valor da frequência vai ser::: ((escolhe uma valor na simulação)) Ó, “Fixem um valor para a frequência. Descrevam o movimento da onda para esta frequência à medida que modificam o valor” ((Mel e Flora acompanham a leitura)) Vou modificando a amplitude ((altera na simulação e as três observam)).	Fazendo observações	CP4, CP5, EM2
2	Mel: (inaudível) Cada vez que... [aumenta] a amplitude...ela vai ficando::: [mais longa]	construir e refinar modelos, construir uma afirmação baseada em evidência e raciocínio, construir consenso, coletivo sobre explicações	CP1, CP4, CP5, CP6, CG2, CG3, EM4, EM2

3	Flora: [A amplitude aumenta]	construir e refinar modelos, construir uma afirmação baseada em evidência e raciocínio, construir consenso, coletivo sobre explicações	CP1, CP4, CP5, CP6, CG2, CG3, EM4, EM2
4	Lia: [Mais, é], é vai se movimentando mais ((faz gestos representando a onda))	avaliando, construir uma afirmação baseada em evidência e raciocínio, construir e refinar modelos, construir consenso coletivo sobre explicações	CP1, CP4, CP5, CP6, CG2, CG3, EM4, EM2
5	Flora: [Mais longa]	construir uma afirmação baseada em evidência e raciocínio, construir e refinar modelos, construir consenso coletivo sobre explicações	CP1, CP4, CP5, CP6, CG2, CG3, EM4, EM2
6	Lia: Coloca aí ((passa o roteiro para Mel))	validar explicação, construída pelo grupo	CP1, CP3, EM2
7	Mel: Coloca aí ((passa o roteiro para Flora))	validar explicação construída pelo grupo	CP1, CP3, EM2
8	Lia: Oxe! ((Mel pega o roteiro para escrever))E esse amortecimento?	Avaliar	CP1, CP3, CP4, CP2, EM12
9	Mel: (inaudível)	não se aplica	não se aplica
10	Lia: Vai deixar no zero. Ela não falou pra mudar aí.		CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, EM2

O grupo formado por Lia, Ana e Mel possuía um bom relacionamento, o que contribuiu para a realização das atividades. Elas ouviam as opiniões das outras e levavam isso em consideração para prosseguirem com as discussões. Assim, foi possível observar indícios de engajamento emocional através do bem-estar percebido nas alunas. Lia demonstrou um certo inconformismo quando Mel em vez de escrever no roteiro, passou o mesmo para Flora, no turno 8, mas isso foi algo momentâneo e não afetou o andamento da atividade.

O engajamento comportamental do grupo pode ser caracterizado pelo alto envolvimento e esforço na resolução da tarefa. As estudantes esperam que Lia, no turno 1, leia as instruções e depois modifique a simulação para elas poderem começar a trabalhar. No momento em que estão tentando entender as relações entre o aumento da amplitude e o comportamento da onda, turnos 2 ao 5, escutam umas às outras complementando suas explicações. O comportamento das estudantes ao tentarem entender o que estava ocorrendo na simulação nos permitiu concluir que elas também estavam engajadas cognitivamente. Os turnos 2 ao 5 exemplificam essa conclusão. As três alunas estão claramente tentando compreender o fenômeno que está sendo simulado buscando entender a relação entre as variáveis frequência e amplitude no comportamento da onda.

Ao considerarmos as práticas epistêmicas, é possível observar a ocorrência das quatro práticas gerais ao longo dos turnos. Lia, no turno 1, era a responsável por ler o que estava no roteiro, e ao fazer isso realizava observações. Entre os turnos 2 e 5, as três alunas, como já foi mencionado anteriormente, estão estabelecendo relações e dessa forma estão propondo um modelo do comportamento da onda. Ao fazer isso, estão também construindo uma afirmação baseada em evidência e raciocínio. No turno 4, há evidências da avaliação quando

Lia concorda com as falas de Flora e Mel. A partir do turno 3, quando Flora e em seguida Lia complementam e concordam com as afirmações de Mel, percebemos a ocorrência da legitimação, uma vez que as estudantes estão construindo consenso coletivo sobre o que está sendo observado.

A partir da análise desse trecho e das outras partes da aula, percebemos que houve um certo padrão em relação às ocorrências de práticas epistêmicas e engajamentos. As práticas de *construir uma explicação científica baseada em evidência e raciocínio* e *construir consenso coletivo sobre explicações* vieram majoritariamente acompanhadas dos seguintes engajamentos: *esforço, persistência e concentração na resolução de tarefas; investimento cognitivo na compreensão de relações, conceitos e ideias relacionados às tarefas, respeito às opiniões, sugestões e ideias dos colegas, colaboração para resolução de tarefas, envolvimento na resolução de tarefas, e bem-estar*. Com base nisso, podemos perceber como atividades em grupo são promotoras de engajamentos e práticas epistêmicas. Como a construção do conhecimento científico é algo social, é de se esperar que atividades que busquem fazer com que os estudantes tenham contato com tais práticas também fomentem essa interação social. Interação essa que não apenas colabora para que os alunos tenham um maior aproveitamento nas atividades em sala de aula, mas também os prepara para a vida em sociedade. Tal resultado pode ajudar professores a planejarem suas aulas pensando nesses aspectos, além de contribuir para a área de pesquisa no que confere aos estudos de práticas epistêmicas e engajamento em salas de aulas de ciências.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC: SEF, 2017.
- CARVALHO, A. M. P. (2013) Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In Carvalho, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. (pp. 1–20). São Paulo, SP: Cengage Learning.
- DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. Reconsidering the Character and Role of the Inquiry in School Science: Framing the Debates. In: DUSCHL, R. A. e GRANDY, R. E. **Teaching Scientific Inquiry**. 1. ed. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. cap. 1, p. 1-37.
- FREDRICKS, J.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, [s.l.], v. 74, n. 1, p.59-109, 1 jan. 2004. American Educational Research Association (AERA).
- KELLY, G. J; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. In: M.R. Matthews. **History, Philosophy and Science Teaching**. 1. ed. Springer International Publishing , 2018. cap. 5, p.139-165.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In Taber, K. S., & Akpan, B. (Orgs.), *Science Education: An International Course Companion* (pp. 69-80). Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publisher.
- SASSERON, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula / Anna Maria Pessoa de Carvalho, (org.)*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- TRIVELATO, S. L. F., & TONIDANDEL, S. M. (2015). Ensino por Investigação: Eixos Organizadores para Sequências de Ensino de Biologia. *Revista Ensaio*, 17(especial), 97-114. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>.
- ZÔMPEIRO, A., & LABURÚ, C. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, 13(3), 67-80.

A AVALIAÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD: ESTUDO SOBRE AS ORIENTAÇÕES PRESENTES NO MANUAL DO PROFESSOR

GUIDELINES ON PHYSICS EVALUATION PROCESSES PRESENT IN TEACHER MANUALS DISTRIBUTED BY THE PNLD

Lucas Macedo Cunha¹, Tânia Maria Figueiredo Braga Garcia²

¹Universidade Federal do Paraná/Licenciatura em Física/NPPD – CNPq, lmacedocunha@outlook.com

²Universidade Federal do Paraná/PPGE/ NPPD – CNPq, tanbraga@gmail.com

Resumo

A investigação tem como objetivo analisar as orientações para os professores quanto aos procedimentos avaliativos propostos em livros didáticos de Física aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Insere-se no campo de interseção entre a Didática Geral e a Didática da Física e considera a avaliação como um dos elementos escolares que contribui para acentuar os mecanismos de exclusão que configuram a sociedade brasileira. Toma como referência concepções de avaliação que privilegiam o acompanhamento do processo de ensino e de aprendizagem, em particular a avaliação formativa, em contraposição à lógica da classificação e hierarquização dos alunos pelo rendimento escolar. A pesquisa é de natureza exploratória e documental. O material empírico analisado nesta fase do trabalho é composto por duas coleções didáticas de Física para o Ensino Médio, aprovadas pelo PNLD em 2018. As categorias de análise foram construídas com base no conceito de avaliação formativa e os resultados estão organizados em torno dos seguintes elementos: a) procedimentos sugeridos aos professores; b) instrumentos de avaliação apresentados; c) concepção e finalidades da avaliação. As análises evidenciam que a elaboração das orientações aos professores está marcada especialmente pelas exigências das normatizações oficiais para o ensino médio e por indicações derivadas de elaborações do campo da Didática Geral.

Palavras-chave: Manuais didáticos, PNLD, Livros didáticos de Física, orientações aos professores.

Abstract

The paper presents research results whose objective is to analyze the guidelines on student assessment which are presented by the authors of textbooks on Physics approved in the National Textbook Program (PNLD). The literature reviews show that the discussions about the evaluation of learning in this subject have not already occupied space in public debates, events and scientific publications. Therefore, we found a gap that motivated this study and that defined its problem around the topic of the evaluation in Physics. Two didactic collections of Physics for High School, approved in the PNLD 2018 are analyzed. The data were produced from the analysis of the teacher's manual, giving particular attention to the

evaluation guidelines and structuring the results around the following elements: a) suggested procedures for teachers; b) evaluation instruments and procedures presented; c) conceptions and purposes of the evaluation. The analyses carried out highlighted the difficulties in drawing up guidelines on evaluation procedures. Concepts that circulate in educational discourse in recent decades were appropriated by the manuals analyzed, but there is a predominance of guidelines within General Didactics and the relationships with specificities of Physics were little explored.

Keywords: Teacher manuals; National Textbook Program (PNLD); Physics Textbooks; Evaluation.

Introdução

A pesquisa faz parte de um conjunto de estudos que focalizam os livros didáticos de Física nas suas diferentes relações com as políticas de produção e avaliação, mas também com os processos de curricularização e disciplinarização e com o uso por professores e alunos na vida das escolas. Coordenados pelo Núcleo de Pesquisas e Publicações Didáticas/UFPR, os estudos investigam elementos que compõem a trama complexa de relações em que os livros didáticos estão inseridos, como objetos complexos da cultura escolar (JULIA, 2001; FORQUIN, 1993).

No caso brasileiro, as pesquisas devem considerar o fato de que os livros didáticos têm sido disponibilizados de forma gratuita para os alunos das escolas públicas, em todos os níveis de ensino e em todas as disciplinas escolares. Trata-se de uma ação coordenada pelo governo federal, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que, no caso da Física, desde 2009 tem avaliado, comprado com recursos públicos e distribuído os livros didáticos da disciplina para alunos do ensino médio.

Quando aprovados, após o processo de avaliação cujos critérios são publicados em editais, os livros didáticos são incluídos em um Guia do Livro Didático, disponibilizado à consulta por meio digital. Uma das exigências do PNLD é que os autores apresentem orientações aos professores sobre o livro, seus fundamentos e proposta pedagógica, além de sugestões metodológicas e de leituras complementares. Algumas vezes esse material é identificado como Manual para Professor e a avaliação da aprendizagem é um dos temas que devem ser abordados nas orientações.

Pergunta-se, então: como os autores dos livros didáticos orientam os professores para o processo de avaliação? O estudo procurou trazer respostas a essa questão. A importância do tema é indiscutível quando a questão é o Ensino de Física, disciplina que usualmente tem taxas muito altas de reprovação ou é referida pelos alunos como muito difícil de aprender.

Referenciais e contexto da pesquisa

No Brasil, o Ensino de Física foi um dos primeiros campos disciplinares a se organizar para a pesquisa e discussão sistemática, institucionalizada sobre o ensino,

como já se evidencia nas Atas publicadas no Boletim n. 4 da Sociedade Brasileira de Física com o título “Simpósio Nacional sobre o Ensino da Física”, em dezembro de 1970. No documento, os problemas apontados dizem respeito à formação de professores, à estrutura das escolas, à carreira docente e aos aspectos didáticos e metodológicos do ensino, como os conteúdos e os procedimentos.

Destacam-se elementos da exposição feita pela Professora Beatriz Alvarenga, da Universidade Federal de Minas Gerais, conhecida por professores e alunos como coautora de uma coleção didática que circula há décadas nas escolas brasileiras e de outros países da América Latina: “Ousamos formular hipótese sobre as principais falhas observadas e que julgamos ser, quase geral, em nossas experiências didáticas”. Em seguida, lista problemas como o pequeno resultado obtido no ensino, aulas que não despertam interesse dos alunos, ensino “livresco e acadêmico”, ausência de “problemas mais concretos”; ressalta que a avaliação visa “apenas ao conhecimento que, na maioria das vezes, é baixo”, desconhecendo-se que “transformação se espera, nos estudantes”. (Alvarenga 1970, 20).

O decorrer das décadas seguintes trouxe transformações no sistema educacional brasileiro, derivadas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei 5692/71. As perspectivas construtivistas, especialmente piagetianas, foram incorporadas às normas complementares e sugeriam formas de avaliação para acompanhar o desenvolvimento dos alunos por meio de objetivos instrucionais. Nas décadas de 1980 e 1990, as discussões educacionais apontavam o caráter excludente e classificatório dos processos avaliativos no Brasil (LUCKESI, 1995; GARCIA, 1996). A prática de reprovação foi intensamente debatida e os sistemas educativos criaram mecanismos para evitar os dados elevados de retenção, muitas vezes em uma única disciplina escolar, que obrigava os jovens a refazer todo um ano letivo e produzia altos índices de desistência ou abandono escolar. Os conceitos de avaliação como processo contínuo ganhavam força.

Ao final da década de 1990, a Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996) estabelece que o currículo de ensino médio “adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes”. Destaca que a verificação do rendimento escolar observará, como critérios, “avaliação contínua e cumulativa do desempenho do aluno, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais”.

Quanto aos documentos oficiais produzidos no Brasil a partir dessa legislação, observa-se que nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) não há referência explícita aos processos avaliativos no conteúdo específico de Física. No modelo curricular adotado, os conhecimentos foram organizados a partir de competências que o aluno deve desenvolver em cada uma das áreas, não específicas para cada disciplina escolar e não referidas a conteúdos ou temas.

A visão generalista também é encontrada em outros documentos publicados nos anos, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e os PCN+. Contudo, o segundo documento especifica: “O Ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média”. (BRASIL, 2000, 60).

A partir dessas normativas, gradualmente o tema da avaliação ganhou espaço em eventos da área, registrando-se pesquisas sobre práticas e proposições para a sala de aula. Elas superam as discussões de caráter geral – que também são relevantes, mas insuficientes – orientando-se para conhecimentos disciplinares específicos. Destaca-se, por exemplo, a pesquisa de Bueno, Horii e Pacca (2013) que propõe formas de registro dos processos de ensino e aprendizagem de alunos de ensino médio, em um tema curricular específico, enfatizando o caráter processual e contínuo da avaliação.

No campo da Didática da Física, as dificuldades tradicionalmente apontadas em relação ao ensino e aprendizagem da disciplina sugerem estudos não apenas sobre as metodologias de ensino, mas também sobre os processos de avaliação propostos em livros didáticos do PNL D. Apesar das dificuldades e limites desse programa, os livros são comprados pelo governo federal com recursos públicos, chegam a todas as escolas públicas e, portanto, devem ser objeto de atenção por professores e pesquisadores. Em especial, no Manual do Professor que acompanha obrigatoriamente os livros didáticos existem orientações didáticas sobre a avaliação que, em tese, o professor poderia incorporar às suas práticas. O tema da avaliação nos livros didáticos de Física ainda é pouco explorado pelas pesquisas acadêmicas; considerando-se as referências apresentadas, ele foi tomado como foco na pesquisa aqui apresentada.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é de natureza exploratória e utilizou a análise documental, uma vez que se trata de analisar o conteúdo de manuais de orientação aos professores, que são parte constitutiva dos livros didáticos de Física no PNL D, para verificar as orientações e sugestões dadas quanto aos procedimentos avaliativos. Foram definidos os seguintes objetivos específicos: selecionar coleções oferecidas para a escolha dos professores; identificar procedimentos e estratégias de avaliação sugeridas nas orientações; e analisar concepções de avaliação que estão sendo veiculadas pelas obras aprovadas. Do ponto de vista dos procedimentos, a pesquisa foi organizada nas seguintes etapas, desenvolvidas de abril de 2017 a julho de 2018:

a) Identificação das coleções aprovadas no PNL D entre 2012 e 2018, examinando os Guias do Livro Didático disponibilizados na página do FNDE.

b) Seleção do material a ser analisado. Foram escolhidas duas coleções aprovadas no PNL D 2018 a partir dos seguintes critérios: a mais escolhida pelos professores e reconhecida por ter uma concepção tradicional de ensino; uma coleção analisada por Souza (2018) que mostra preocupação com a autonomia dos alunos indicando uma concepção não tradicional no ensino. Após a leitura página a página de cada volume das coleções, incluindo o livro do aluno, optou-se por concentrar as análises no manual do professor, uma vez que é nele que os autores apresentam suas orientações e recomendações sobre os processos avaliativos.

c) Definição dos elementos de análise, a partir da revisão bibliográfica sobre avaliação: concepção, estratégias e procedimentos de avaliação.

d) Leitura das orientações dadas ao professor para a identificação dos elementos relativos à avaliação.

e) Sistematização dos resultados com base nos referenciais teóricos escolhidos, a partir de tabelas, quadros e sínteses produzidas com a finalidade de identificar a concepção de avaliação proposta e os procedimentos sugeridos.

Os referenciais teóricos que sustentam a pesquisa permitem compreender que os professores usam os livros de formas muito diferentes e que não se pode inferir que as sugestões dadas são realizadas (ROCKWELL; EZPELETA, 2007). No entanto, a análise dos livros é necessária para que se possa situar as proposições e verificar sua adequação às orientações curriculares nacionais e aos debates teóricos no campo educacional. Lembra-se que as orientações aos professores são uma exigência do edital do PNLD; também se lembra que os livros são considerados, no Programa, como instrumentos que contribuem para a formação dos professores.

Resultados das análises

A seguir são apresentados os resultados da análise realizada em duas coleções aprovadas no PNLD 2018. O critério para a escolha da primeira foi o fato de ter sido a mais solicitada pelos professores de Física das escolas públicas inscritas no programa, segundo dados disponíveis no site do PNLD. O livro tem um histórico de boa aceitação por professores de escolas públicas e privadas, mesmo antes da existência do programa. Em 2012 a obra não foi aprovada, mas voltou a ser incluída no Guia em 2015 e 2018, anos em que foi o mais solicitado pelos professores. Trata-se da coleção “Física”, de autoria Bonjorno, Clinton, Eduardo Prado e Casemiro, publicado pela Editora FTD.

A segunda coleção foi escolhida com base em pesquisa realizada por Souza (2018). Nela se evidenciou que o manual do professor desta coleção sugere mais objetos de ensino digitais ativos do que passivos, seja no livro do aluno ou no manual do professor. Na comparação com as demais obras analisadas, o pesquisador reconhece uma tentativa de superar a concepção tradicional de ensino, dirigindo as sugestões diretamente aos alunos e, assim, estimulando sua autonomia na construção do conhecimento. Trata-se da coleção “Física para o ensino médio”, de autoria de Kazuhito e Fuke, publicado pela Editora Saraiva.

Quanto ao Livro A: As sugestões propostas na primeira obra analisada, que já estavam presentes em sua edição anterior (PNLD 2015), podem ser assim sintetizadas:

a) Quanto aos procedimentos: os autores sugerem que a avaliação esteja centrada nas 15 competências dos PCN's e nas matrizes do ENEM (“representação e comunicação”, “investigação e compreensão” e “contextualização sociocultural”). Reproduzem os quadros de competências e explicam como as atividades podem ser articuladas ao cotidiano, como podem ser aplicadas algumas atividades de grupo ou experimentos em aula e também as atividades de resolução de cálculos. Exploram pouco a relação entre os procedimentos e a concepção de competências, o que tem sido uma dificuldade para os professores em suas práticas avaliativas, tradicionalmente apoiadas em conteúdos conceituais.

b) Quanto aos instrumentos: a “avaliação contínua e com instrumentos diversificados” é considerada boa forma para garantir a aprendizagem. Os autores

fazem críticas ao uso de provas, que podem causar ansiedade nos alunos e assim ocasionar “erros banais”, que acabam por prejudicar não só o aluno, mas também o professor em seu trabalho. Sugerem priorizar outros instrumentos, embora não descritos quanto às finalidades ou resultados que podem oferecer. As indicações são feitas de forma genérica e são poucos os exemplos que estabelecem a relação entre os conhecimentos físicos propostos para o ensino e os procedimentos para avaliar as competências relacionadas àqueles conhecimentos.

c) Quanto às concepções e finalidades da avaliação: referindo-se à avaliação contínua e formativa como mais adequadas, pode-se depreender que a finalidade seria o acompanhamento dos processos de aprendizagem dos alunos, exigência das concepções presentes nos documentos curriculares oficiais. Os autores criticam a escola tradicional que “se ocupa basicamente com a transmissão de conhecimentos”, aceitando que o desenvolvimento das competências é a finalidade do ensino e, assim, o centro da avaliação. Indicam o acompanhamento das dificuldades dos alunos e sua solução (avaliação “contínua” e “formativa”), mas ao mesmo tempo sugerem a “recuperação”, incompatível com esses conceitos.

Quanto ao Livro B: As sugestões propostas na segunda obra analisada podem ser assim sintetizadas:

a) Quanto aos procedimentos: os autores indicam que a avaliação deve ser contínua, sistemática, funcional, integral e formativa. Assim, deve ocorrer em todas as aulas e também deve ser planejada previamente. Os autores dizem que “a avaliação é funcional porque se trata de objetivos formativos, que lhe são externos e devem por isso ser todos contemplados”. A avaliação é apresentada e descrita a partir de três categorias: diagnóstica; formativa e somativa.

b) Quanto aos instrumentos: os autores destacam que devem possuir características como: validade (adequação do instrumento ao seu objetivo); a fidedignidade ou a precisão (coerência interna do instrumento e se reflete na confiança que se pode ter nele); a objetividade (redução do julgamento do avaliador com perguntas e respostas claras e critérios de correção previamente elaborados). Os autores apresentam exemplos de instrumentos avaliativos, citando o uso de provas dissertativas e objetivas, registro de casos, fichas cumulativas e inventário. E explicam com detalhes como pode ser utilizado cada um desses instrumentos.

c) Quanto às concepções e finalidades da avaliação: os autores dizem que uma avaliação diagnóstica inicial pode ser um bom caminho no começo do processo de aprendizagem, para identificar o quanto cada aluno adquiriu de conhecimentos matemáticos das operações básicas e equações de primeiro grau, o que sabe de conceitos físicos de anos anteriores e até mesmo seu raciocínio lógico ao resolver problemas. Esclarecem que o uso de uma avaliação diagnóstica tem por objetivo verificar se os estudantes têm os pré-requisitos necessários para o aprendizado do conteúdo do ano. O professor deve aplicá-la sempre no começo do ano letivo, podendo assim reorganizar suas aulas, caso seja necessário. Sugerem que o professor padronize as formas como pretende avaliar, facilitando o entendimento do aluno sobre onde ele necessita chegar ou o que precisa realizar para isso.

CONCLUSÕES

As análises realizadas evidenciaram as dificuldades existentes para elaborar orientações sobre os processos avaliativos. Conceitos que circulam no discurso educacional nas últimas décadas foram apropriados pelos manuais analisados, mas as relações com especificidades da Física foram pouco exploradas. No conjunto de orientações para organizar os processos avaliativos analisado neste estudo predominam sugestões de caráter genérico, que poderiam ser utilizadas em manuais de outras disciplinas com poucas modificações, observando-se assim uma abordagem excessivamente restrita das especificidades de aprendizagem em Física.

Apesar de propor uma avaliação contínua, mais apropriada aos modelos educativos atuais, e sustentada nas competências, as orientações apresentadas no manual do Livro A sugerem a “recuperação”, para os alunos com menor desempenho, nas situações em que o processo de ensino e aprendizagem não ocorreu de forma esperada. Embora seja importante alertar para a necessidade de outras formas de atendimento aos alunos, a ideia de recuperar conhecimentos, ou mesmo competências, não faz sentido na concepção educativa dos documentos de orientação curricular vigentes. Os instrumentos de avaliação sugeridos são diversos, mas pouco detalhados no manual do professor, e uma proposta de continuidade do estudo seria verificar a relação desses instrumentos com as propostas de trabalho apresentadas pelos autores no livro dos alunos.

De forma diferente, no manual do livro B não há referência à ideia de recuperar conhecimentos. Os autores enfatizam que a avaliação deve ser entendida em suas três funções (diagnóstica, formativa e somativa) apresentando exemplos de como se pode avaliar. Um elemento a destacar, que corresponde a uma visão menos tradicional de ensino, está presente nesta afirmação: “Por mais que tentemos tornar a avaliação **objetiva**, ela é parcialmente **subjetiva**. O avaliar não se resume à medição de quanto o estudante aprendeu ou da profundidade que aprendeu, ele abarca a percepção de aprendizado do estudante com base em critérios previamente elaborados que levaram em consideração aspectos como valores e outros objetivos formativos. Assim, a subjetividade da avaliação consiste na interpretação que é feita usando-se esses critérios.” (Livro B, p. 314).

Com base nas análises feitas, pode-se notar diferenças entre as formas de compreender e propor a avaliação, embora alguns elementos do discurso educacional sobre o tema estejam incorporados aos dois manuais. Essa constatação remete à consideração final sobre dois pontos. O primeiro refere-se ao fato de que, apesar de limites e das contradições existentes, o PNLD tem contribuído para que diferentes ideias pedagógicas circulem, abrindo possibilidades de que outras formas de avaliar sejam experimentadas nas escolas e salas de aula. E o segundo ponto coloca em destaque a relevância de que os professores sejam formados para analisar cientificamente e criticamente as propostas que circulam, inclusive nos livros didáticos aprovados pelo PNLD, identificando incoerências, lacunas e também nas contribuições e possibilidades, escolhendo com autonomia as melhores opções para o desenvolvimento do seu trabalho, consideradas as especificidades do conhecimento que ensina.

Referências

- ALVARENGA, B. Comunicação na SESSÃO I: "ENSINO DE FÍSICA NO CURSO MÉDIO". I Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo. **Atas...** 1970, p. 15-22
- BONJORNO, J.R.; RAMOS, C.M.; PRADO, E.P.; CASEMIRO, R. Física (v.3). São Paulo: FTD, 2016.
- BRASIL. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias** / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2).
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2000.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio**. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. (2000)
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996.
- BRASIL. **Guia dos livros didáticos PNLD 2015**: física: ensino médio. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014.
- BRASIL. **Guia dos livros didáticos PNLD 2015**: física: ensino médio. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017.
- BUENO, M.C.; HORII, C.; PACCA, J. As concepções sobre a condução elétrica nas atividades de sala de aula. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2013 – São Paulo, **Atas...**, p. 1-8.
- CARVALHO, A.M. (org.). **Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Carlos, SP, 1991.
- GARCIA, T.B. A riqueza do tempo perdido. **Educação e Pesquisa**, v. 25, n. 2, p. 109-125, jul./dez. 1999.
- FORQUIN, J. -C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria e Educação**. Porto Alegre, n. 5, p. 28-49, 1992.
- JULIA, D. A Cultura Escolar como Objeto Histórico. Trad. Gizele de Souza. **Revista Brasileira de História da Educação**, nº1 jan./jun. 2001, p.9-43.
- LUCKESI, C.C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez Editora, 1995.
- ROCKWELL, E; EZPELETA. A ESCOLA: relato de um processo inacabado de construção. **Currículo sem Fronteiras**, v.7, n.2, pp.131-147, Jul/Dez 2007.
- SOUZA, J.L.L. **Relatório final de iniciação científica**. PIBIC/AF. PRPPG/ UFPR, 2018.
- YAMAMUTO, K.; FUKU, L.F. Física para o ensino médio. São Paulo: Saraiva, 2016.

RESOLUÇÃO DE QUESTÕES CONCEITUAIS EM FÍSICA: INDÍCIOS DA EMERGÊNCIA DE MINICICLOS EXPANSIVOS

RESOLUTION OF CONCEPTUAL ISSUES IN PHYSICS: INDICATIONS OF THE EMERGENCY OF EXPANSIVE MINICYCLES

Douglas Henrique de Mendonça¹, Orlando Aguiar Jr²

¹Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal / douglasmendonca@ufv.br

²Universidade Federal de Minas Gerais / orlando@fae.ufmg.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo compreender o surgimento das tensões no contexto da atividade de resolução coletiva de problemas conceituais em física, e examinar os caminhos trilhados, pelos estudantes, para superação de tais tensões. A coleta de dados foi realizada em uma instituição federal de ensino superior. A disciplina acompanhada tem como objetivo rever e aprofundar os principais conceitos básicos de física, e suas aplicações em contextos. A análise do material empírico é fundamentada nos aportes teóricos e metodológicos provenientes dos princípios da Teoria Sócio Histórico e Cultural da Atividade. Tal referencial possibilita a compreensão da atividade com sendo formada por um conjunto de eventos que extrapolam a análise do indivíduo, incluindo novos elementos que relacionam o sujeito da atividade com o contexto em que se realiza (motivos, recursos, comunidade e regras). Dentre nossos resultados destacamos a importância das discussões que emergem por meio do trabalho com questões desafiadoras e o seu desenvolvimento enquanto atividade em grupo. Tal ambiente de aprendizagem propiciou o surgimento de miniciclos de aprendizagem potencialmente expansivos. O estudo tem implicações para a formação de professores e, ainda, para a construção de ambientes de aprendizagem em física em diferentes níveis de ensino.

Palavras-chave: Ensino de Física; Problemas conceituais; Teoria da Atividade; Aprendizagem em grupo.

Abstract

The aims of this paper is to study the emergence of tensions in the context of the collective conceptual problem solving in physics, and the paths taken, by the students, to overcome such tensions. Data collection was performed at a federal institution of higher education. We followed the routine of a course which aims to review and deepen the main basic concepts of physics, and their applications in contexts. The analysis of the empirical material is based on theoretical and methodological contributions of the Cultural Historical Activity Theory (CHAT). This framework makes it possible to understand the activity as it is formed by a set of events that go beyond the analysis of the individual, including new elements that relate the context of the activity (motives, resources, community and rules). Among our results, we highlight the importance of discussions brought by challenging problems and its development as a group activity, which led to the emergence of minicycles of potentially expansive learning. The study has implications for teacher

education and also for the design of learning environments in physics at different levels of education.

Keywords: Physics teaching; Conceptual Problems; Activity Theory; Group learning.

Introdução

Esta pesquisa envolve o estudo de um ambiente de ensino superior construído de forma a favorecer o trabalho em pequenos grupos de estudantes, nos quais os processos interativos entre eles são ferramentas fundamentais para desenvolvimento das atividades propostas pelo professor. A principal motivação pela investigação de tal ambiente de pesquisa tem origem na crença de que a melhoria da educação passa também pelo aumento do protagonismo dos estudantes na sala de aula.

A pesquisa está fundamentada nos princípios da Teoria Sócio Histórico e Cultural da Atividade (TA), que nos últimos anos vem se mostrando bastante útil para análise dos processos educacionais (MOREIRA & PONTELO, 2009; MOREIRA ET AL., 2011; RODRIGUES ET AL., 2011; SILVA, 2011; VIEIRA & KELLY, 2014; DAVID & TOMAZ, 2015, ROTH, 2004). Segundo a TA, o processo de evolução da atividade envolve o esforço de uma comunidade, seguindo regras e organizando seu trabalho afim de superar necessidades que impulsionaram a emergência da atividade. Nessa perspectiva, o sujeito em interação com os artefatos mediadores, buscam superar anseios e/ou objetivos, sendo que eventuais transformações expansivas, ou ciclos expansivos de ações de aprendizagem podem acontecer (ENGESTRÖM & SANNINO, 2010). Um ciclo expansivo seria acompanhado de inúmeros miniciclos potencialmente expansivos de ações de aprendizagem Estes miniciclos são objeto da microanálise das atividades que ocorrem dentro da sala de aula.

Este trabalho é parte dos desdobramentos de uma tese de doutorado na qual buscamos compreender como se estrutura e se desenvolve atividade de resolução de questões conceituais, em grupo, e dentro da sala de aula. A análise dos miniciclos de aprendizagem potencialmente expansivos é o foco do presente trabalho, no qual estamos interessados em compreender o fenômeno de surgimento das tensões no contexto da atividade de resolução coletiva de problemas conceituais em física.

Referencial Teórico

A Teoria Sócio-Histórico-Cultural da Atividade – ou simplesmente TA, considera as atividades humanas como essencialmente coletivas e compõem sistemas de atividade dinâmicos e potencialmente transformadores (WERTSCH, 1981). Embora histórica e culturalmente determinados, estes sistemas de atividade podem promover mudanças no mundo (do ponto de vista material e social) e, ao mesmo tempo, mudanças nos indivíduos que fazem parte deles (do ponto de vista cognitivo e moral) (ENGESTRÖM, 2016).

Segundo Leontiev (1981) a atividade humana consiste em sujeitos engajados em um mesmo propósito (objeto). O que distingue uma atividade de outra é seu objeto, uma vez que ele caracteriza a direção específica da atividade. A

relação entre sujeito e objeto se dá pela utilização de artefatos mediadores, tal como discutido nos princípios vigotskianos (VIGOTSKI, 2008). Engeström (1987) apresenta um modelo para atividade humana que incorpora e amplia a estrutura apresentada por Leontiev, na qual ele adiciona além do sujeito, objeto e artefatos mediadores, as regras, divisão do trabalho e a comunidade que participa da atividade. Além disso, Engeström argumenta que toda atividade está conectada a outras atividades, por meio de um de seus componentes – sujeito, objeto, artefato mediador, regras, divisão de trabalho e comunidade – ou por meio de múltiplos componentes, formando um sistema de atividades.

As contradições que permeiam a atividade são essenciais em sua teoria, sendo estas impulsionadoras de mudanças na atividade, possibilitando a emergência de transformações expansivas. As transformações expansivas ocorrem quando o objeto da atividade sofre modificações de modo a incorporar um universo de possibilidades ainda maior que o anterior, superando contradições postas até então. A emergência das contradições, embora essencial, não garante que a atividade sofra uma expansão. É o esforço dos sujeitos engajados na atividade que potencializam a efetivação de sua superação, alcançando uma posição mais estável na atividade, até que uma emerja uma nova contradição, gerando um ciclo de atividade potencialmente expansivo.

Engeström e Sannino (2010) argumentam que um ciclo de atividade expansivo acontece em intervalos de tempo relativamente longos, de semanas ou meses; entretanto, eles são acompanhados de numerosos ciclos menores, que eles chamaram de miniciclos de aprendizagem potencialmente expansivos. Como demonstraremos neste trabalho, os miniciclos podem ocorrer em curtos intervalos de tempo. Assim, cabe ao pesquisador (e ao professor, quando presencia tais eventos) perceber nos momentos de intensa colaboração entre os sujeitos, a emergência das contradições e as tentativas de superação das mesmas.

Metodologia

A coleta de dados para esta pesquisa ocorreu no primeiro semestre de 2017, quando realizamos o acompanhamento sistemático de duas disciplinas do curso de Física – Física Conceitual I e II. Tal acompanhamento envolveu a imersão do primeiro autor deste trabalho no ambiente de pesquisa, participando de forma passiva, sem envolvimento na elaboração das aulas ou nos diálogos que ocorriam durante o trabalho em grupo dos estudantes.

As disciplinas Física Conceitual I e II são voltadas para os estudantes de Licenciatura em Física e têm como objetivo rever e aprofundar os principais conceitos básicos de Física que podem ser abordados no Ensino Médio. Estas disciplinas estão presentes da grade do Bacharelado como disciplinas optativas. Física Conceitual I aborda os tópicos: mecânica da partícula e do corpo rígido; propriedades da matéria - sólidos e fluidos; física térmica. A segunda disciplina, Física Conceitual II, aborda os tópicos: oscilações e ondas; eletromagnetismo; óptica; física quântica; estrutura atômica e nuclear; teoria da relatividade.

No primeiro dia de aula, a turma é dividida em grupos de 4 a 5 alunos, e tais grupos devem permanecer inalterados ao longo de todo o semestre. Em cada aula, é entregue um questionário que deverá ser respondido pelo grupo e entregue no final da aula. As respostas às perguntas do questionário devem ser formuladas de forma a serem entendidas por estudantes do Ensino Médio. A cada aula, um dos

integrantes do grupo é o relator, ou seja, o responsável pela produção escrita das respostas.

O livro Física Conceitual, de Paul Hewitt¹, é utilizado como livro-texto principal, e os temas das aulas da disciplina são distribuídos com base em seus capítulos. O livro se destaca, dentre outras, por trabalhar a Física de forma predominantemente conceitual. Relações matemáticas são apresentadas, mas com pouco enfoque em procedimentos algébricos e resolução numérica de exercícios. Os problemas apresentados no final do capítulo seguem a lógica de continuidade de uma discussão mais voltada para a aplicação conceitual da Física na interpretação de fenômenos e processos físicos familiares aos estudantes.

Durante a aula, o professor fica disponível em sua mesa para tirar dúvidas dos grupos. Em diversos momentos da aula, ele circula pelos grupos acompanhando o trabalho dos mesmos. Ele faz questão de sempre devolver o relatório dos estudantes na aula seguinte, o que permite que eles revejam pontos problemáticos das aulas anteriores e progridam nos próximos relatórios. Essa estratégia didática tem impactos significativos no trabalho dos grupos, posto que os estudantes se empenham em compreender e atender às expectativas do professor.

Os dados coletados envolveram gravações em áudio e vídeo das aulas e coleta da produção escrita dos estudantes. Trazemos para este texto um episódio ocorrido durante a 5ª aula da turma de Física Conceitual II, na qual apresentamos a transcrição e análise de parte da discussão sobre uma das questões reservadas para o dia.

Análise dos dados

O episódio apresentado neste trabalho aconteceu na quarta da aula da disciplina de Física Conceitual 2, na qual o tema em estudo era o de ondas sonoras. Ao todo, o questionário continha 8 questões, e o episódio tem início após Diana² realizar a leitura da questão para seu grupo. Na Figura 1 apresentamos o texto da questão, tal como os estudantes o receberam.

O som em um show de uma banda de rock atinge o nível sonoro de 120 dB no palco. Faça suposições razoáveis e estime esse nível sonoro a 10 m e a 100 m do palco.

Figura 1: Quarta questão

A questão abordada neste episódio é típica das atividades desta sala de aula: um problema geral é proposto acompanhado de uma indicação de que sejam feitas suposições e estimativas para sua solução. Nesta formulação, cabe ao grupo decidir, em primeiro lugar, quais os dados relevantes do contexto para a resolução do problema proposto. Tal questão é bastante diferenciada se comparada a outras encontradas tradicionalmente nos livros texto das disciplinas de física, que tipicamente tentam definir claramente as condições, constantes e variáveis pertinentes ao problema proposto, deixando pouca margem para interpretação e

¹ Paul Hewitt (2002). Física Conceitual. Bookman.

² Para garantir o anonimato dos participantes, iremos utilizar nomes fictícios.

inferências. Como veremos, a solicitação “faça suposições razoáveis e estime” o nível sonoro parece ter orientado as ações do grupo.

Episódio 1: Primeira parte

1. *Eduardo: Ah tá / é por metro quadrado né(?)*
2. *Diana: É*
3. *Eduardo: Só que é nível sonoro / tá / vamos colocar que nível sonoro está igual a intensidade com uma frequência né*
4. *Yara: Estime o nível sonoro*
5. *Diana: Eu acho que eu sei fazer assim*
6. *Eduardo: Ahn (?)*
7. *Yara: É / só pegar aqui o / nível sonoro(?)*
8. *Eduardo: Bom / se for considerar o palco como um ponto ((todos riem)) / Um matemático resolvendo / considerando um cavalo como um ponto / As ondas se expandindo de forma circular / você vai colocar / ah tá essa distância você não precisa colocar a forma de ondas esféricas / você pode colocar em forma de ondas planas / então você não precisa considerar o palco como um ponto*
9. *Yara: Considerando o palco como uma reta*
10. *Eduardo: Considerando o palco como uma reta / que tem em média quantos metros(?) 40 metros(?)*
11. *Yara: É / você estima / porque eu não sei*
12. *Eduardo: Largura de um palco de uma banda / aí depende*
13. *Yara: Depende da band*

Nos turnos iniciais, os estudantes tentam compreender a questão e modelar o sistema físico que irão trabalhar. Tal estratégia é bastante usual à Física, e permite que sistemas complexos possam ser analisados com modelos simplificados, em condições apropriadas. A questão a saber é se as condições de contorno do problema proposto se enquadrariam ou não em simplificações consistentes e resultados com boa aproximação. A dificuldade dos estudantes em transitar entre o mundo das ideias – suposições razoáveis e simplificações permissíveis ao problema analisado – e o mundo real gerou a tensão nesse momento da atividade.

A tentativa de superação dessa tensão, levou os estudantes a expandirem a atividade, com novos questionamentos e problematizações, que, embora extrapolassem os objetivos esperados pelo professor para a aula, enriqueceram a atividade, gerando novos miniciclos de aprendizagem potencialmente expansivos (ENGESTROM, 2015).

A segunda parte do episódio ocorre após a sistematização da modelagem do sistema emissor de ondas sonoras.

Episódio 1: Segunda parte

42. *Eduardo: Entendeu / ai seria tipo isso aqui / entendeu / porque a 100 metros você está espalhando a energia / ah tá porque na verdade é / então de certa forma você pode ter um palco quadrado / na verdade ela não é*

simplesmente assim / ela é / então eu estava pensando dela indo para frente / mas na verdade ela vai se abrindo para cima

43. *Yara: Para cima / entendi / é / para os lados também*

44. *Eduardo: E para o lado também / mais precisamente / porque ele fala 100 metros / 200 metros / você pensa assim*

45. *Marcos: Você vai considerar esférico ou*

46. *Yara: Não aí tanto faz / mas eu acho que não precisa*

47. *Eduardo: Oi (?) não precisa não*

48. *Yara: É*

49. *Marcos: R ao quadrado vai ter um fator de 4 / porque o perímetro é πR*

50. *Yara: A relação vai ser a mesma*

51. *Eduardo: Ahn (?) Não*

52. *Yara: A relação / não eu tô falando assim*

53. *Eduardo: A relação não vai ser a mesma*

54. *Marcos: Não por que se a gente considerar só duas dimensões / essa energia vai se espalhar para $2 \pi R$ que é o perímetro*

55. *Yara: Aham*

56. *Marcos: E se for assim vai espalhar para $4 \pi R$ ao quadrado / vai espalhar pela área da esfera*

57. *Diana: Uhum*

58. *Marcos: Aí faz muita diferença*

59. *Eduardo: Você está falando assim de considerar tipo sem esfera(?) Tipo sem*

60. *Marcos: Então aí a gente*

61. *Eduardo: Não / mas se você for considerar*

62. *Yara: Sem ser o círculo / só reto*

63. *Eduardo: Não / mas se você considerar que o autofalante é uma forma de um cone / na verdade não é um cone mas ele direciona / tipo assim quem está atrás do palco não está ouvindo*

No início da segunda parte do episódio, Eduardo introduz no grupo duas formas de pensar sobre propagação da onda, a primeira seria uma propagação paraxial, ele joga suas mãos para frente indicando uma propagação paralela à superfície e abrindo a mesma, indicando a abertura de um cone. Logo em seguida, ele abandona esta ideia dizendo que a propagação da onda deveria ser na forma cônica, sendo que ao longo de sua propagação ela iria se abrindo para cima (fala acompanhada de gestos). No turno 43, Yara concorda com explicação do colega e afirma que a expansão ocorreria não somente para cima, como também para os lados. Ao longo dessa segunda parte do episódio, Marcos chama a atenção dos colegas para a relevância do número de dimensões a serem consideradas. As discussões sobre a forma de propagação da onda continuam, até que no turno 118 eles chegam a um acordo.

Episódio 1: Terceira parte

118. *Episódio Marcos: Mas primeiro a gente tem que ver a área de onde está saindo / depois área em que isso está sendo distribuído / sei lá*

119. *Diana: É*
120. *Marcos: Na verdade minha ideia era só usar o esférico mesmo*
121. *Eduardo: Mas isso gente é para a gente estimar / não precisa rigor matemático / coloca o cone mesmo*
122. *Diana: Não mas eu acho que esférico seria mais fácil / seria uma ordem de grandeza*
123. *Marcos: O cone a gente teria que calcular por exemplo o comprimento do palco entendeu(?)*
124. *Eduardo: Ah tá / então coloca aí a esfera*
125. *Yara: Esférica eu teria só que pegar o raio*
126. *Marcos: Porque quando você pensa / a única informação que eu tenho é daqui até aqui*

Na terceira parte do episódio, os estudantes escolhem considerar a expansão da onda como esférica. Aparentemente, a escolha é feita como forma de simplificação para solução do problema, uma vez que os fatores por eles mencionados – formato do palco, posicionamento da caixa de som, expansão cônica – trazem um alto nível de complexidade ao problema.

Em uma situação ideal, de uma fonte pontual, sem reflexão de ondas e, conseqüentemente, interferências destrutivas ou construtivas, o problema poderia ser resolvido considerando a lei do inverso do quadrado da distância. Uma consideração que precisaria ser feita é a distância entre a fonte de som e a primeira medida de intensidade sonora. Durante a propagação, verifica-se que a intensidade sonora tem um decaimento que é proporcional ao quadrado da distância. Entretanto a questão não traz quaisquer informações sobre as condições de emissão e propagação da onda sonora para o caso proposto, fazendo com que os alunos deste grupo se sintam responsáveis por fazer suas considerações. Nesta questão, a resposta esperada era apenas a de que o grupo considerasse que as condições são adequadas à aplicação da lei do inverso do quadrado da distância e então aplicassem este conhecimento à situação.

Considerações finais

O episódio apresentado se destaca, dentre outros, pela riqueza das discussões que emergem no contexto da resolução de questões conceituais de física. Destacamos elementos contidos nestas questões, tais como: contextualização, possibilidade de múltiplas interpretações, solicitação de levantamento de hipóteses e considerações relevantes; a nosso ver foram essenciais para o aparecimento dos miniciclos de aprendizagem potencialmente expansivos. Tal como apontado na literatura, um dado miniciclo de aprendizagem, uma vez iniciado, pode não ter sua completa expansão. Em vários miniciclos expansivos identificados no trabalho do grupo com problemas de física conceitual, nem sempre esta resposta foi desenvolvida e explorada em sua plenitude pelos integrantes do grupo. Apesar disso, em todas elas foi possível identificar avanços no entendimento dos estudantes e nos recursos por eles evocados indo ao encontro da resposta correta, gerando oportunidades inequívocas de aprendizagem.

Esperamos que este trabalho possa incentivar a melhoria da qualidade de formação dos graduandos em física, sinalizando para a necessidade de se melhorar

as formas de abordagens utilizadas em sala de aula, minimizando a passividade dos estudantes, e permitindo que sejam desafiados por boas questões conceituais de física em sua formação.

Referências

- DAVID, M. M; TOMAZ, V. S.. Aprendizagens Expansivas Reveladas pela Pesquisa sobre a Atividade Matemática na Sala de Aula. *Bolema*, v. 29, n. 53, p. 1287, 2015.
- ENGESTRÖM, Y.. *Learning by expanding*. Cambridge University Press, 1987.
- ENGESTRÖM, Y.. *Aprendizagem Expansiva*. Traduzido por Fernanda. Liberali. Título original: *Learning by expanding*. Campinas (SP): Pontes editores, 2016.
- ENGESTRÖM, Y; SANNINO, A.. Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational research review*, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2010.
- LEONTIEV, A.. The Problem of Activity in Psychology. In: *The Concept of Activity in Soviet Psychology*, J.V. Wertsch, ed., M.E. Sharpe Inc., New York, pp. 37-71, 1981
- MOREIRA, A. F; PONTELO, I.. Níveis de engajamento em uma atividade prática de Física com aquisição automática de dados. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 2, 2009. ISSN 1984-2686.
- MOREIRA, A. F; PEDROSA, J. G.; PONTELO, I.. O conceito de atividade e suas possibilidades na interpretação de práticas educativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 13-29, 2011.
- RODRIGUES, A. M; CAMILLO, J; MATTOS, C. R. Cultural-historical activity theory and science education: foundational principals and potentialities.: VIII IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe: IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe. 778: 191-200 p. 2011.
- ROTH, W.-M. INTRODUCTION: "Activity Theory and Education: An Introduction". *Mind, Culture, and Activity*, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2004.
- SILVA, F. A. R.. *Atividade investigativa na educação superior*. Tese (doutorado em Educação) Faculdade de educação – UFMG, Minas Gerais, 2011.
- VIEIRA, R. D.; KELLY, G. J.. Multi-level discourse analysis in a physics teaching methods course from the psychological perspective of activity theory. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 16, p. 2694-2718, 2014.
- VYGOTSKY, Lev Semenovich et al. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- WERTSCH, J.. *Concept of activity in soviet psychology*. New York: M.E. Sharpe In., 1981.

ORIENTAÇÕES DO PORTAL DO *PhET* PARA PROFESSORES: UM OLHAR A PARTIR DAS ETAPAS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

GUIDELINES OF THE PHET PORTAL FOR TEACHERS: A LOOK FROM THE STEPS OF INQUIRY BASED SCIENCE EDUCATION

Adriana Aparecida da Silva¹, Emanuel José Reis de Oliveira²

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Educação/adrianaaparecida.silva@ufjf.edu.br

²Instituição Federal Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Vitória/Coordenadoria do PROEJA, emanuel@ifes.edu.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise das orientações presentes no portal eletrônico do *Physics Education Technology* (PhET), considerando a sua utilização como recurso experimental numa prática de Ensino por Investigação. Os simuladores caracterizam-se como alternativas aos problemas estruturais encontrados para o desenvolvimento da experimentação nos ambientes educativos, bem como convergem para as atividades próprias da cultura digital da sociedade contemporânea. Realizamos a Análise de Conteúdo das orientações, adotando as etapas do Ensino por Investigação como categorias, a saber: problematização inicial, previsão de respostas, descrição de soluções, discussão das observações, resultados e interpretações; e formalização de conceitos. A análise indica que as orientações de uso dos simuladores do PhET corroboram com a perspectiva, em particular, na etapa de previsão de respostas, caracterizada como diagnóstica dos conhecimentos dos estudantes. Por sua vez, a etapa de formalização de conceitos não é contemplada explicitamente, embora em todas as demais seja dada ênfase ao entendimento conceitual e compreensão do conteúdo no uso do objeto de aprendizagem. Concluímos que o estudo das orientações contidas no portal do PhET é necessário para o trabalho do professor que o adota seus simuladores numa perspectiva investigativa, a fim de que o uso de tal objeto de aprendizagem não seja compreendido como a solução para todos os problemas do Ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino por investigação; *Physics Education Technology* (PhET); Simulações.

Abstract

This work presents an analysis of the guidelines present in the electronic portal of the *Physics Education Technology* (PhET), considering its use as an experimental resource in Inquiry Based Science Education practice. The simulators are characterized as alternatives to the structural problems found for the development of experimentation in educational environments, as well as converging to the activities of the digital culture of contemporary society. We performed the Content Analysis of the guidelines, adopting the steps of the IBSC as categories, namely: initial problematization, prediction of responses, description of solutions, discussion of observations, results and interpretations; and formalization of concepts. The analysis indicates that the guidelines for the use of PhET simulators corroborate the

perspective, in particular, in the response prediction stage, characterized as a diagnosis of the students' knowledge. In turn, the concept formalization stage is not explicitly contemplated, although in all others, emphasis is placed on the conceptual understanding and understanding of the content in the use of learning object. We conclude that the study of the guidelines contained in the PhET portal is necessary for the work of the teacher who adopts his simulators in an investigative perspective, so that the use of such learning object is not understood as the solution to all teaching problems of Physics.

Keywords: Inquiry Based Science Education; Physics Education Technology (PhET); Simulations.

Introdução

Bem sabemos, que a Física escolar, em geral, coloca-se como um enorme desafio para os estudantes. Há um conceito reducionista em relação à componente curricular e um não reconhecimento da importância de inúmeros conteúdos intimamente relacionados com a leitura científica do mundo (SANTOS, 2007).

Uma das possíveis explicações para este quadro é dada pelas práticas de ensino adotadas nas salas de aula onde, além da complexidade fenomenológica dos temas ser desconsiderada, não raras as vezes, sua aprendizagem também é associada apenas ao trabalho com cálculos. Considerando que o processo de aprendizado é múltiplo e plural, há uma demanda aos professores para que contemplem diferentes intervenções didático-metodológicas que permitam acessar os conhecimentos cotidianos dos estudantes, bem como suas dúvidas e dificuldades no processo formativo, permitindo (re)tomadas de decisões no planejamento escolar, por exemplo.

Nesse contexto, dentre diferentes recursos educativos disponíveis para o trabalho no Ensino de Física, interessamo-nos pela experimentação. Compreendemos que ela é um recurso valioso para o processo de ensino, "(...) uma vez que a Ciência tenta compreender o mundo e, a experimentação facilita a compreensão dos fenômenos e transformações que acontecem no mundo" (TAHA et al., 2016, p. 139). Em particular, interessamo-nos pela perspectiva do Ensino por Investigação (EI), adotando e utilizando a simulação computacional como recurso para o trabalho experimental.

Neste trabalho, analisamos os textos apresentados no portal do Physics Education Technology¹ (PhET), na seção "dicas e recursos para ensinar com PhET", considerando que eles contêm orientações aos professores para a utilização dos simuladores nele disponíveis.

¹ Disponível em https://phet.colorado.edu/m/pt_BR/ Acesso em 20 fev. 2020.

Fundamentação teórica

Assumimos com Cardoso e Takahashi (2011) que as práticas experimentais adotadas no estudo dos fenômenos científicos contribuem para o desenvolvimento dos estudantes em relação à

(...) compreensão de um problema, simplificação e modelagem do problema, formulação de hipóteses, proposição metodológica, verificação de hipóteses, realização de medidas, análises de dados, elaboração de conclusões (...) (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011, p. 187).

Sabedores que existem diferentes abordagens das práticas experimentais nos ambientes educativos, interessamo-nos pela experimentação com a perspectiva investigativa. Segundo Carvalho (2014), uma atividade tem cunho investigativo ao contemplar situações problematizadoras, a resolução de problemas e a discussão de conceitos. Nesse processo, a aprendizagem de Ciências é caracterizada como uma ação de enculturação científica (TRIVELATO; SILVA, 2016).

O EI é composto por etapas (CARVALHO, 2013), as quais integram uma sequência didática - Sequência de Ensino Investigativa (SEI) - e que são assim caracterizadas: (i) problematização inicial: proposição de uma situação-problema cuja resposta é desconhecida para os estudantes; (ii) previsão de respostas: as respostas escritas pelos estudantes descrevem suas hipóteses iniciais, caracterizando a etapa como uma atividade diagnóstica; (iii) descrição de soluções: ocorre o desenvolvimento, em grupos, de uma atividade proposta pelo professor de acordo com a natureza da situação-problema. Então, os estudantes debatem com o objetivo de chegarem às respostas cientificamente corretas para a situação-problema; (iv) discussões das observações, resultados e interpretações: ocorre a discussão das soluções encontradas para o problema inicial com toda a turma. A etapa oportuniza que os estudantes relacionem os resultados alcançados na atividade com as hipóteses levantadas no início do procedimento investigativo. Os estudantes fazem um registro escrito, no qual um novo diagnóstico da aprendizagem pode ser realizado, permitindo ao professor avaliar a compreensão científica do tema pelos estudantes e reestruturar o seu trabalho a partir dessa avaliação; e (v) formalização de conceitos: ocorre o trabalho do professor para a sistematização dos conceitos, enunciados, relações matemáticas etc. que estruturam o fenômeno em estudo e que foram contemplados no processo investigativo.

Dentre os diferentes recursos que podem ser usados na etapa de descrição de soluções, estão as atividades de simulação computacional (CARVALHO; 2014). As simulações computacionais, chamadas Objetos de Aprendizagem (OA), são materiais didáticos digitais que apoiam a aprendizagem (ARANTES et. al., 2010). Elas são ferramentas possíveis para o desenvolvimento de uma SEI e podem superar algumas dificuldades para a realização de atividades experimentais na educação básica, considerando, dentre outros aspectos, que o "(...) custo necessário para a implementação e manutenção de laboratório nas escolas [e que] a quantidade de alunos neste tipo de laboratório é bem restrita" (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011, p. 187). Assim, colocam-se como alternativas aos problemas estruturais encontrados para o desenvolvimento da experimentação, bem como convergem para as atividades próprias da cultura digital da sociedade contemporânea.

Dentre os diferentes simuladores disponíveis nos meios eletrônicos, debruçamo-nos sobre o PhET. O portal é elaborado pela Universidade do Colorado (EUA) e conta com simulações na área de Ensino de Ciências e Matemática, permitindo que sejam utilizadas *on-line* ou baixadas gratuitamente. Compreendemos com Arantes *et. al.* (2010) que as atividades experimentais realizadas em simuladores não devem substituir experimentos reais, uma vez que se caracterizam como produtos da modelagem de fenômenos. Os simuladores são esquemáticos

(...) no sentido de que como outros esquemas científicos (conceitos, leis e outras estruturas compartilhadas pelos cientistas): (a) utilizam um número limitado de características básicas quase independentes das idiossincrasias individuais dos cientistas, e (b) são desenvolvidos e aplicados seguindo esquemas genéricos de modelagem (VEIT; ARAUJO, 2005, p. 4).

Outra questão relevante aos simuladores no EI diz respeito à forma como são utilizados, sendo necessário manter a característica problematizadora que a perspectiva metodológica contempla ao planejar e realizar as atividades propostas. Entendendo a importância de que os professores tenham conhecimento das relações entre os recursos utilizados e as perspectivas teórico-metodológicas adotadas em suas práticas, analisamos os textos direcionados aos docentes para a utilização do simulador PhET e que são apresentados no endereço eletrônico supracitado.

Procedimentos metodológicos

O portal do OA em estudo apresenta, além das simulações específicas sobre diferentes conteúdos, uma seção denominada “dicas de uso PhET”. Ela subdivide-se em duas partes, a saber: (i) “dicas e recursos para ensinar com PhET” e (ii) “orientação para o uso de simulações específicas”. Tais partes organizam-se em subseções nas quais estão disponíveis textos sobre diferentes aspectos acerca do uso de simuladores em situações de ensino e atividades produzidas por professores com simulações do portal, respectivamente.

Tomamos os textos oriundos das subseções contidas no “dicas de uso do PhET” como objeto de análise neste trabalho, considerando que eles podem ser adotados como orientadores ao trabalho dos professores. Em outras palavras, não analisamos simulações específicas disponíveis no PhET ou mesmo atividades propostas para essas simulações, mas as orientações gerais de uso dos simuladores em sala de aula, constantes no referido repositório e elaboradas pelos idealizadores e mantenedores do *site*.

Os textos foram analisados sob a perspectiva interpretativista (SACCOL, 2009), numa abordagem qualitativa, realizando uma Análise de Conteúdo (BARDIN, 1997) e tomando as etapas do EI como categorias de análise. A fim de exemplificar tais orientações, cada categoria é apresentada com trechos retirados dos textos do OA.

Apresentação e discussão dos resultados

1. *Problematização inicial*

Apreendemos nas orientações de utilização dos simuladores que as atividades devem ser elaboradas de forma que os estudantes possam interagir com os OA. Essa interação pode ser atingida elaborando perguntas iniciais que sejam abertas o suficiente para que desafiem os estudantes a explorarem as diversas possibilidades dos simuladores, no intuito de respondê-las, tais como: “Liste todos os itens essenciais para ... fazer um circuito.” e “Quais são as duas maneiras de ... aumentar a energia cinética do skatista” (CHASTEEN, 2017, s/p), dentre outras.

2. *Previsão de respostas*

No que se refere à previsão de respostas dos estudantes ao problema inicial proposto, a dinâmica de funcionamento dos simuladores é tal que os estudantes não são meramente guiados a executarem determinadas ações. Ao contrário, nas orientações gerais, constam três possibilidades de abordagem inicial de um determinado fenômeno físico por parte dos professores:

- ✓ a primeira delas é solicitar aos estudantes que anotem individualmente suas previsões sobre o que acontecerá antes de usar o simulador, com uma possível discussão entre eles sobre as previsões que cada um fez aos moldes da instrução por pares (*peer instruction*), como por exemplo, “(...) os alunos preveem o que acontecerá em uma situação específica e discutem com seus vizinhos (...)” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p);
- ✓ a segunda é questionar à turma como um todo sobre qual será o resultado de uma ação antes de executá-la no simulador. Exemplificamos esta abordagem com o seguinte trecho: “antes de acionar o interruptor para iniciar o fluxo de corrente, peça aos alunos que prevejam como a magnitude da corrente será comparada em ambos os lados da lâmpada” (CHASTEEN; CARPENTER, 2016, s/p); e
- ✓ a terceira possibilidade é fazer uso de perguntas em um aplicativo do tipo *Clickers*² para buscar compreender as hipóteses de solução do problema por parte dos estudantes, como vemos a seguir: “discuta previsões com toda a turma, talvez usando uma pergunta de *Clicker*” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p).

Em quaisquer das possibilidades de abordagem, há uma indicação de que o professor busque compreender as razões que levam os estudantes a proporem previsões idênticas ou diferentes para o mesmo problema inicial. Estas orientações estão em consonância com o discutido anteriormente sobre a referida etapa. Os professores têm condições de realizar um diagnóstico dos conhecimentos cotidianos dos estudantes, de maneira geral ou individualizada, a respeito de determinado fenômeno através deste recurso.

² Conforme Talbert (2019), os *clickers* “(...) referem-se a uma variedade de ferramentas tecnológicas que permitem que os alunos respondam às perguntas do professor por meio de voto” (TALBERT, 2019, s/p).

3. Descrição de soluções

As orientações que constam no sítio eletrônico do OA em análise debruçam-se particularmente sobre os seguintes elementos:

- ✓ a inexistência de um roteiro que oriente explicitamente as ações dos estudantes durante o processo de experimentação, diferentemente de experimentações fortemente guiadas, como a experimentação *show* (TAHA et. al., 2016); e
- ✓ a medição de grandezas usando o simulador, com a possibilidade de discussão dos dados coletados entre os estudantes. Esta discussão pode suscitar a necessidade de variação do valor de algum parâmetro ou de uma grandeza relacionados ao fenômeno estudado, no sentido de ratificar ou retificar as hipóteses iniciais.

No caso de uma experimentação em que apenas o professor manipula o simulador, os textos do portal sugerem que o docente instigue os estudantes com perguntas como: “O que acontecerá com a energia total se houver atrito?” ou “(...) a energia total diminuirá porque a energia é perdida no calor ou a energia total ainda é conservada?” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p).

4. Discussão das observações, resultados e interpretações

Nas orientações, vemos que o professor verá com frequência os estudantes usando o simulador “(...) como uma referência comum para esclarecer suas ideias” (CHASTEEN; CARPENTER, 2016, s/p). Ou seja, o simulador é compreendido como um recurso que gera aportes para a interpretação do problema proposto inicialmente. Assim, pode-se verificar se as hipóteses iniciais de solução da situação-problema, individuais ou coletivas, foram corroboradas ou alteradas a partir da experimentação virtual.

A discussão dos fenômenos, seja com o professor ou com os colegas, é compreendida como uma forma de “(...) entender o raciocínio uns dos outros” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p). Assim, o trabalho com os simuladores viabilizaria um processo de metacognição, com o desvelamento de como realizaram o experimento e porque o fizeram dessa ou daquela forma.

Nesse sentido, a discussão possibilitaria ainda compreender se, após a experimentação, a linguagem utilizada para explicar o fenômeno tem fundamentação científica. Para tanto, o professor pode lançar mão de perguntas no *Clicker*, cuidando para que elas sejam “(...) estimulantes e desafiadoras, em vez de simplesmente pedir aos alunos que se lembrem de algo que já foi explicado” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p).

5. Formalização de conceitos

Entendemos que a maior complexidade na utilização dos simuladores está no fazer das aulas, propriamente durante a sua utilização pelos estudantes e não no momento de formalizar os conceitos após a sua utilização. Observamos, então, que as orientações nos textos de utilização dos simuladores do PhET concentram-se exatamente nesses momentos das aulas, ou seja, nas etapas anteriores à formalização dos conceitos nos âmbitos qualitativo e/ou quantitativo. Tal aspecto fica

claro ao não identificarmos quaisquer apontamentos que pudéssemos associar à formalização de conceitos ao final da prática investigativa.

Conclusões

O estudo realizado permitiu observar que as orientações de uso dos simuladores do PhET corroboram com a perspectiva do EI, em particular na etapa de previsão de respostas, caracterizada como diagnóstica dos conhecimentos dos estudantes. Por sua vez, a etapa de formalização de conceitos não é contemplada explicitamente, embora em todas as demais seja dada ênfase ao entendimento conceitual e compreensão do conteúdo no uso do OA.

Concluimos que o estudo desses textos sobre o simulador em questão poderá contribuir com o trabalho do professor que o adota numa perspectiva investigativa. Compreendemos que devemos evitar que o uso desses OA, assim como de outras ferramentas tecnológicas, como uma “panaceia” (ROSA *et. al.*, 2017, p. 36) no âmbito do Ensino de Física, isto é, que os simuladores sejam tomados como uma possível solução para todos os problemas ou dificuldades de ordem didático-metodológica no processo de experimentação.

Referências

- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de Aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, 11, n. 1, 2010.
- CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 11, No 3, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- _____. **Calor e temperatura: Um ensino por investigação**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2014.
- CHASTEEN, S. **What are some tips for using PhET with homework?** 2017. Disponível em <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93288>. Acesso em 20 fev. 2020.
- CHASTEEN, S.; CARPENTER, Y., **How do I use PhET simulations in my physics class?** 2016. Disponível em <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93341>. Acesso em 20 fev. 2020.
- _____. **How do I increase student interactivity when using PhET simulations in lecture?** 2017, s/p. Disponível em <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93340>. Acesso em 20 fev. 2020.
- ROSA, C. T. W.; TRENTIN, M. A. S.; BIAZUS, M. O. Tecnologias educacionais no Ensino de Física: retrato das pesquisas nacionais. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. Vol. 7, n. 2. jul./dez. 2017.

SACCOL, A. Z. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em Administração. **Rev. Adm.** UFSM, Santa Maria, v. 2, n. 2, maio/ago. 2009.

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciência**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016. ISSN 1982-2413.

TALBERT, Robert. **Guia para utilização da aprendizagem invertida no ensino superior**. Porto Alegre: Penso, 2019.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. Aulas práticas e a possibilidade de enculturação científica. *In* TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 71-92 p. ISBN 978-85-221-1093-3.

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Modelagem computacional no Ensino de Física. **Anais do XXIII Encontro de físicos do norte e nordeste**. Rio Grande do Norte. 2005.

UMA PROPOSTA DE GAMIFICAÇÃO DO PROCESSO AVALIATIVO NO ENSINO DE ELETRICIDADE E MAGNETISMO EM UM CURSO DE LICENCIATURA

A PROPOSAL FOR GAMIFICATION OF THE EVALUATION PROCESS IN ELECTRICITY AND MAGNETISM TEACHING IN A INITIAL TEACHER EDUCATION COURSE

Vinícius Munhoz Fraga¹, Maria Cristina do A. Moreira², Marcus Vinicius Pereira³

¹ Instituto Federal do Rio de Janeiro, vinicius.fraga@ifrj.edu.br

² Instituto Federal do Rio de Janeiro, maria.amaral@ifrj.edu.br

³ Instituto Federal do Rio de Janeiro, marcus.pereira@ifrj.edu.br

Resumo

O presente trabalho apresenta uma experiência de combinação entre uma metodologia passiva e uma ativa de gamificação aplicada ao processo avaliativo de uma disciplina de Física em um curso de Licenciatura em Química. Os alunos realizaram atividades individuais e coletivas, cooperativas e competitivas, e foram recompensados com moedas do jogo denominadas teslas. Eles as utilizaram em troca de itens do mercado, que possibilitava reestruturação da avaliação da forma que melhor se identificassem, garantindo flexibilidade. A coleta de dados foi realizada por meio de questionário aberto visando identificar, investigar e analisar os pontos positivos e negativos destacados pelos alunos. Como resultado, foram identificados o engajamento e a motivação com a metodologia de gamificação no processo avaliativo, quando os estudantes destacaram que ela foi responsável pelo aumento de interesse nas aulas e no compromisso com a disciplina, além de, como futuros professores, reconhecerem a gamificação como estratégia interessante, porém igualmente trabalhosa, pois demanda um planejamento adequado.

Palavras-chave: ensino de física, eletricidade e magnetismo, metodologia ativa, gamificação.

Abstract

The present work presents an experience of combining a passive and an active methodology – gamification – applied to the evaluation process of a Physics discipline in a Chemistry Degree Teacher Education course. Students performed individual and collective, cooperative and competitive activities, and were rewarded with game coins called teslas. They used them in exchange for market items, which made it possible to restructure the assessment in the way that best identified themselves, ensuring flexibility. Data collection was conducted using an open questionnaire to identify, investigate and analyze the positive and negative points highlighted by the students. As a result, engagement and motivation with the gamification methodology were identified in the evaluation process, when the students highlighted that it was responsible for increasing interest in classes and in the commitment to the discipline, as well as, as future teachers, recognizing the gamification as an interesting strategy, but equally laborious, as it requires adequate planning.

Keywords: physics education, electricity and magnetism, active methodology, gamification.

Introdução

Quando se trata de ensino, a metodologia tem papel fundamental no tocante a formação dos alunos. Atualmente, as metodologias passivas, geralmente de caráter expositivo e sem a devida problematização acabam privilegiando a memorização e a busca de informações prontas. Quanto ao desenvolvimento do engajamento e motivação, os alunos não são estimulados a participarem ativamente do seu processo de aprendizagem em detrimento de algumas competências como originalidade, autonomia e criatividade.

Entendendo que a aplicação de metodologias ativas de maneira eficaz necessita ocorrer paralelamente a fatores como formação inicial continuada, apoio da gestão escolar, entendimento da mudança de papel do professor e do aluno, planejamento adequado, dentre outros, surge uma pergunta: Como desenvolver uma metodologia ativa em um sistema educacional onde predominam as metodologias passivas? Na tentativa de encontrar uma resposta para esse problema, o trabalho se justifica através de uma proposta de cooperação entre duas metodologias: a metodologia passiva de aulas tradicionais ministradas de forma expositiva com a metodologia ativa da *gamificação* aplicada ao processo avaliativo. Tem-se como objetivo pedagógico apresentar uma proposta de gamificação do processo avaliativo dos alunos de maneira a estimular o engajamento e aumentar sua motivação.

Referencial Teórico

Quando o olhar é voltado para cenário educacional atual, é notório que a aprendizagem por recepção prevalece em relação à por descoberta. A problemática não está diretamente ligada ao processo utilizado, mas sim ao produto dele, isto é, se a aprendizagem gerada é significativa. Nesse sentido, para Bacich e Moran (2018, p. 04) as “metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida”. Apesar dos estudos sobre metodologias ativas serem amplamente desenvolvidos na literatura, não se pode afirmar o mesmo sobre sua implementação nas salas de aula, uma vez que as metodologias passivas ainda são a principal abordagem metodológica utilizada nas escolas (FAVA, 2014; JARAUTA; IMBERNÓN, 2015). As instituições de ensino, atentas às mudanças, partem essencialmente por dois caminhos: ou mantêm o modelo curricular predominantemente disciplinar e solicitando maior envolvimento do estudante, fazendo uso, por exemplo, do ensino híbrido (*blended learning*) e a sala de aula invertida (*flipped classroom*); ou propõem modelos “inovadores, disruptivos, sem disciplinas, que redesenham o projeto, os espaços físicos, as metodologias, [...] cada aluno aprende no seu próprio ritmo e necessidade” (MORAN, 2015, p. 15).

A relação entre o aluno do século XXI e a forma como ocorre seu aprendizado já não se desenvolve de forma eficiente através apenas de uma metodologia passiva focada em uma aprendizagem por transmissão. É preciso que o estudante se perceba no processo, se torne protagonista. Aprendemos aquilo que nos interessa e só nos interessa aquilo do que fazemos parte, e justamente aí surge a *gamificação* (*gamification*), que consiste na inserção de elementos de jogos em atividades educativas a fim de torná-las mais divertidas e engajadoras. Segundo Kapp (2012, p. 7), a *gamificação* consiste na “utilização de mecânica, estética e pensamentos baseados em games para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas” e não, necessariamente, a produção ou

utilização de jogos em ambientes educacionais. A *gamificação* é uma metodologia que, voltada a educação, permite flexibilização no processo de aprendizagem, podendo ser aplicada tanto a parte didática quanto a parte avaliativa, de maneira isolada ou conjunta. Os alunos se tornam ativos com a possibilidade de escolha dos próprios objetivos de aprendizagem e mesmo nos casos em que os objetivos são pré-determinados eles possuem liberdade em como alcançá-los (MATTAR, 2017). A motivação provocada pela gamificação pode ser de origem intrínseca, onde o aluno se motiva a partir da busca pelo novo ou de um desafio pessoal e com isso aprimora suas próprias habilidades, ou extrínseca, onde o aluno se motiva provocado por algum elemento externo que o estimula visando a obtenção de recompensa, reconhecimento ou demonstração de competência. (GUIMARÃES e BZUNECK, 2002)

Um estudante motivado mostra-se ativamente envolvido no processo de aprendizagem, engajando-se e persistindo em tarefas desafiadoras, despendendo esforços, usando estratégias adequadas, buscando desenvolver novas habilidades de compreensão e de domínio. Apresenta entusiasmo na execução das tarefas e orgulho acerca dos resultados de seus desempenhos, podendo superar previsões baseadas em suas habilidades ou conhecimentos prévios. (GUIMARÃES e BZUNECK, 2002, p. 02)

Gamificar, experimentar, trabalhar com situações reais, aprender de forma colaborativa, tudo isso faz mais sentido para os alunos da atual geração, visto que são características que contemplam competências exigidas aos indivíduos do século XXI (BURKE, 2015). Nesse sentido, visando à promoção da aprendizagem, a *gamificação* ganha destaque, visto que acrescenta uma nova camada de interesse ao aprendizado ao inserir o lúdico no processo educacional (ALVES, 2015). Quanto às competências do século XXI, estudos relacionados à *gamificação* consideram engajamento e motivação como soluções eficientes para a aprendizagem dos alunos.

A resolução de problemas se intensifica por meio dos games por sua natureza cooperativa e, por vezes, competitiva. Aceitamos as regras do jogo, sabemos qual é a meta, concordamos em jogar com pessoas diferentes para alcançarmos os objetivos e aceitamos *feedback* corretivo para o alcance do resultado desejado. Some a isso os aspectos do desafio e o prazer de participar da construção de algo de maneira voluntária e você terá um grande volume de problemas resolvidos com muito mais inovação e eficácia. (ALVES, 2015, p. 28)

Por essas características, a *gamificação*, atrelada a ferramentas digitais, pode se configurar como uma excelente metodologia para se desenvolver o processo de ensino e aprendizagem com alunos do século XXI.

Percurso Metodológico

O presente trabalho foi desenvolvido e aplicado na disciplina Física Geral III ofertada em um curso de Licenciatura em Química de um Instituto Federal. A disciplina teve dezoito encontros compostos cada um por seis tempos de 50 minutos (5h) de aula, em que todo o conteúdo programático foi trabalhado de forma expositiva e de forma dinâmica utilizando recursos de imagens estáticas e animadas, vídeos e simulações de computador que contribuíssem para minimizar o nível de abstração dos tópicos abordados, relacionados à Eletricidade e Magnetismo. A metodologia de *gamificação* foi apresentada aos 15 estudantes no início da disciplina como o processo avaliativo e não o processo didático (as aulas em si). Eles escolheram uma imagem para ser usada como seu avatar (usado para referenciar o jogador dentro do ambiente do jogo). A turma foi dividida em quatro equipes de maneira que as atividades cooperativas e competitivas propostas não comprometessem o nível de dificuldade

devido à diferença entre o número de integrantes por equipe. As equipes foram nomeadas em homenagem a: Ampère, Faraday, Franklin e Gauss. A coleta de dados se deu por meio de um questionário aberto em formato digital no *Google Forms* com nove perguntas a fim de avaliar o processo de *gamificação* aplicado ao processo avaliativo. As atividades visaram desenvolver motivação e engajamento e foram divididas em categorias individuais e coletivas com a aquisição de moedas que poderiam ser utilizadas no ambiente denominado “mercado”, que estaria disponível na semana em que ocorresse a avaliação. O “mercado” correspondia ao ambiente onde seria possível adquirir itens capazes de alterar a estrutura de valor da avaliação formal (prova), de forma cada aluno poderia escolher uma estratégia particular e personalizada de acordo com seu desenvolvimento na disciplina. A moeda foi batizada de “tesla”, a qual o estudante recebia uma quantidade por cada atividade realizada (individual ou coletiva, cooperativa ou competitiva). As atividades foram pensadas na participação do aluno, presencialmente nas aulas ou a distância fora do ambiente escolar. Cada encontro tinha duas listas a serem assinadas pelos alunos. A primeira, referente a pontualidade que era retirada assim que o professor começasse a aula e a segunda referente a frequência, que ficava disponível durante toda a primeira parte da aula e era retirada apenas após o intervalo. Cada assinatura em cada lista tinha o valor de dez teslas, podendo o aluno adquirir 20 teslas apenas por ser pontual e estar presente nas aulas. Em cada aula, um tópico do conteúdo programático da disciplina era abordado. O professor disponibilizava uma lista de exercícios referente ao tópico e cada equipe deveria entregar a lista resolvida até a aula seguinte. Cada lista tinha o valor total de até trinta teslas que podiam variar para menos de acordo com o desempenho da equipe na resolução.

Cada equipe deveria pensar em um seminário de aplicação a ser ministrado para toda a turma em algum encontro antes das provas do semestre. Como houve duas provas, cada equipe ficou responsável por apresentar durante o semestre dois seminários de aplicação, que tinham por objetivo a apresentação de algum fenômeno ou tecnologia presente no cotidiano dos alunos que contemplassem algum tópico do conteúdo programático. Os temas eram livres e cada equipe agendou a aula na qual a apresentação ocorreu. Cada seminário de aplicação valia até cem teslas, de acordo com a avaliação do docente. Cada equipe poderia, ainda, apresentar um desafio a outra equipe, apenas uma vez, que consistia em um problema relacionado aos conteúdos já abordados na disciplina a ser entregue na aula seguinte por meio da apresentação da solução para toda a turma em no máximo 20 minutos. Caso a equipe desafiada não conseguisse resolver o desafio a equipe desafiante teria a chance de resolver o desafio para a turma. A equipe que resolvesse o desafio ganharia trinta teslas. Em relação às atividades práticas a serem desenvolvidas no laboratório, a proposta de cada equipe deveria, de alguma forma, aproximar fenômenos reais do cotidiano, a valer 50 teslas. As teslas obtidas pelos estudantes foram utilizadas, individualmente, no mercado antes da prova. Cada prova foi elaborada para permitir a mecânica de *gamificação*, e continha cinco questões discursivas divididas em níveis: duas questões bronzes (fácil), duas pratas (moderado) e uma ouro (complexo). Os níveis de dificuldade são elementos importantes em um processo de *gamificação*, pois medem a evolução dos alunos e em que momento do aprendizado eles se encontram. Uma vantagem dessa proposta é que caso algum aluno julgasse desinteressante ou desnecessária a *gamificação*, poderia simplesmente realizar a prova sem qualquer adaptação a partir dos itens adquiridos no mercado.

O mercado é o grande marco da proposta de *gamificação* do processo avaliativo, onde o aluno pode gastar suas teslas com os recursos que julgar necessários para realizar sua prova. Todos os itens foram criados de forma a promover flexibilidade na maneira de ser avaliado. Por isso, o mercado continha uma variedade de itens. Por exemplo, o item “prova em dupla” permitia a realização da avaliação por dois estudantes conjuntamente, desde que dois alunos gastassem suas teslas, ou seja, cada um necessitaria pagar o valor de 200 teslas. Os itens “+2” (150 teslas), “+1” (100 teslas) e “+0,5” (50 teslas) davam pontos bônus na prova. Era permitido os alunos comprarem cada item do mercado apenas uma vez, entretanto o aluno que escolhesse comprar os itens “+2” e “+1” começaria a prova com 3 pontos garantidos, o que geraria recálculo da pontuação geral de forma proporcional para cada questão (as questões passariam a valer sete pontos em vez de dez). Os itens “anular uma questão prata” (100 teslas) ou “anular uma questão ouro” (150 teslas) acarretavam a redistribuição da pontuação da questão anulada proporcionalmente entre as demais questões. O item “questão alternativa” (30 teslas) dava ao aluno uma questão extra de nível bronze ou prata, cujo acesso ele só teria ao realizar a compra, permitindo maiores opções de escolha em seu processo avaliativo, já que esse item tinha custo reduzido. Já a “compra única” (170 teslas) era um item secreto e arriscado, disponível no mercado apenas para um aluno. Como na maioria dos jogos há um desafio, a *gamificação* do processo avaliativo não poderia ser diferente: a “compra única” resultava na possibilidade de anular a questão ouro e ficar com os pontos dela, sem distribuição proporcional. Era permitida ainda a doação de teslas entre os alunos, mas com um preço. Ao combinar com um amigo, da mesma equipe ou não, a doação de teslas o valor a ser doado tinha uma retenção de 25% do valor doado.

Resultados

As repostas dos 15 estudantes ao questionário aplicado subsidiaram os resultados apresentados a seguir. Em uma das questões, eles deveriam responder se já tinham tido contato com a *gamificação*, e nenhum dos estudantes passaram por qualquer experiência nesse sentido, e dois afirmaram ter ouvido sobre a metodologia em duas disciplinas cursadas anteriormente. Em relação às vantagens acerca da metodologia, alguns alunos mencionaram a flexibilidade proporcionada pela *gamificação*, fator destacado por Kapp (2012) quando diz que a *gamificação* permite ao professor atender a necessidades específicas dos estudantes (alunos 2, 3 e 8). O Aluno 7 revela sua visão sobre uma avaliação contínua em que as teslas representavam seu esforço e dedicação, tendo a prova apenas como culminância do processo avaliativo. Já os Alunos 10, 11 e 13 destacaram o engajamento proporcionado pela *gamificação* com o aumento de interesse pela disciplina. Destacam-se, ainda fatores apresentados por Alves (2015) como motivação, imersão nas tarefas, estímulo à competitividade e dinamismo nas aulas – todos considerados como vantagens pelos estudantes. Em se tratando das desvantagens, oito alunos não destacaram nenhuma, revelando impacto positivo, mas também certa empolgação. Ainda assim, alguns alunos relataram dificuldades de se ambientar com propostas diferentes daquelas tradicionalmente usadas. Nesse sentido, Alves (2015) menciona que a *gamificação* não pode ser vista apenas como entretenimento, já que o objetivo final é a aprendizagem. No entanto, é natural que alunos acostumados com o ensino completamente tradicional apresentem certa resistência ao se deparar com algo que o retire de sua zona de conforto. Também foi indicado por um aluno o árduo trabalho demandado para o professor ao desenvolver e aplicar a *gamificação* em suas aulas. Ao analisar o processo de *gamificação* no

processo avaliativo, de forma geral, os alunos se sentiram motivados a participar das aulas e a realizar as atividades em busca das teslas. Isso demonstra o potencial da metodologia da *gamificação* descrita por Kapp (2012) ao promover engajamento e motivação dos alunos. Cabe ressaltar que na proposta do trabalho a motivação extrínseca foi a mais utilizada nos moldes apresentados por Guimarães e Bzuneck (2002)

Para o Aluno 1, a originalidade da ideia reforça positivamente seu primeiro contato com a metodologia. Para um aluno de licenciatura, que se tornará um professor, é imprescindível conhecer as potencialidades de novas metodologias de ensino. Já os Alunos 2 e 3 destacaram novamente a possibilidade de se criar novas estratégias em sua avaliação com a utilização das teslas, entretanto o Aluno 2 relata certa frustração ao entender que as atividades propostas eram feitas sem ter nenhum valor de nota agregado de forma imediata, novamente remetendo à Alves (2015) acerca da possibilidade de resistência dos alunos a novas metodologias, o que evidencia as barreiras encontradas pelos docentes ao integrarem novas metodologias de ensino a sua práxis. Alguns alunos, condicionados as formas tradicionais de avaliação, se sentem desorientados quando surgem novas propostas. Isso se confirma na fala do Aluno 8 ao comparar as teslas aos pontos adquiridos em uma disciplina tradicional. No entanto, fatores como diversificação das atividades, flexibilidade nas estratégias de avaliação, engajamento e motivação não existem nas falas de alunos que comparam novas metodologias as antigas. Isso demonstra o despreparo de futuros professores em entender benefícios trazidos por novas metodologias, desafios a serem superados tanto por docentes quanto por alunos. O Aluno 9 destacou uma das características da *gamificação* que é a diversão (KAPP, 2012; BURKE, 2015; ALVES, 2018) que, mesmo não sendo o objetivo final, permite um ambiente mais agradável, diminuindo a tensão da formalidade acadêmica e aumentando a motivação, fato esse destacado também pelo Aluno 11. Já os Alunos 10 e 15 mencionaram o aumento de interesse por uma disciplina geralmente complexa e abstrata – suas falas evidenciaram a afirmação de Kapp (2012) de que o aumento de interesse provocado pela *gamificação* promove o aumento do engajamento, característica que tem impacto direto no processo de aprendizagem. A maioria dos alunos se sentiu motivada a conquistar suas teslas, o que os engajou a realizar as atividades propostas, inclusive aquelas às quais já estão habituados a realizar em uma metodologia tradicional de ensino.

Em relação ao mercado, os Alunos 5, 7 e 12 resumiram os principais pontos a serem melhorados. Apesar de ser uma proposta piloto, a *gamificação* desenvolvida no processo avaliativo permitia várias possibilidades de itens de mercado, sendo limitado apenas pela criatividade de quem os propõem. O processo de *gamificação* utiliza elementos de jogos e, de fato, todos os jogos permitem ao jogador novas tentativas (KAPP, 2012; ALVES, 2018), para que o aprendizado com seus erros seja repensado e novas atitudes sejam tomadas, o que contrasta com a fala do Aluno 12 ao sinalizar seu medo de realizar a escolha errada na hora de adquirir itens do mercado. Isso evidencia que a proposta apresentada ainda pode ser melhorada em vários aspectos. Já no tocante aos pontos positivos, a maioria dos alunos destacaram o elemento flexibilidade (KAPP, 2012; BURKE, 2015; ALVES, 2018) da avaliação como principal ponto positivo. Respeitar características individuais foi um ponto de destaque da avaliação baseada na *gamificação* com a personalização do processo. A proposta trazida neste trabalho não foi comparar metodologias tradicionais e metodologias consideradas modernas, mas sim avaliar a

gamificação do processo avaliativo. Nesse sentido, os Alunos 1 e 6 destacaram o incentivo do professor nas aulas como algo que cativou sua motivação. De fato, toda metodologia ativa exige um papel diferenciado do docente (MORAN, 2015), seja na discussão acerca de conteúdo, na mediação de debates ou na curadoria da turma em conjunto com a metodologia – o papel do professor sempre terá seu destaque. Já os Alunos 2, 5, 6 e 12 destacaram o fator de engajamento adquirido através da *gamificação*. A responsabilidade com assiduidade e pontualidade, participação em grupo e aumento de interesse nas aulas foram características que demonstraram o aumento do engajamento da turma no processo de aprendizagem. O fator conteudista e expositivo de uma aula tradicional foi destacado pelos Alunos 6 e 8. De fato, apesar do dinamismo das aulas expositivas, elas não tiveram os mesmos elementos de jogos inseridos no processo avaliativo. Como se tratava de uma turma de licenciatura, as discussões sobre metodologias de ensino sempre existiram, mas como é impossível desvincular as aulas do processo avaliativo, o pesquisador entende que a fala desses alunos representam sua vontade de aulas mais atrativas quando se abordam assuntos abstratos como os das ciências da natureza, em especial a física.

Ao final do questionário, buscou-se identificar a visão de futuros docentes acerca da metodologia que lhes tinha sido apresentada. Praticamente todos os estudantes destacaram o fator motivação e engajamento como predominante na metodologia de *gamificação*. Eles se sentiram motivados a participar das aulas, a se envolverem nas atividades, a se manterem comprometidos com sua frequência e pontualidade – características que a *gamificação* permite ao ser utilizada como metodologia de ensino (KAPP, 2012; BURKE, 2015; ALVES, 2018). Apesar de ser uma metodologia com potencial de desenvolver o fator engajador, ela demanda planejamento e compromisso do educador. O interesse é potencializado a partir da *gamificação*, mesmo quando aplicada apenas no processo avaliativo. As respostas dos estudantes que exemplificam esse aspecto se encontram expostas a seguir.

Que eu não sei se teria coragem de fazê-la. Eu realmente gostei e muito dessa metodologia, porém a mesma exige muito planejamento e não sei se teria esse tempo no futuro, devido às condições atuais no mercado de trabalho. Porém, caso algum dia eu tenha a condição de preparar algo parecido, nem que seja uma aula apenas, farei. (Aluno 1)

É uma metodologia bem válida, pois foge da metodologia totalmente tradicional que as vezes faz com que o aluno não tenha o menor interesse pela matéria. Com uma metodologia gamificada, pode trazer a atenção e o interesse do aluno pela matéria, o que é muito útil. (Aluno 2)

O uso da gamificação com certeza auxilia no aprendizado e interesse dos alunos em relação a disciplina, ainda mais sendo esta disciplina, tão criticada por ser maçante e desgostosa. (Aluno 5)

A metodologia pareceu demandar bastante trabalho pro professor, assim como para os alunos. Porém, a forma de utilização da metodologia fez com que eu me esforçasse para chegar cedo na aula e me empenhasse mais em fazer as atividades. Acredito que faltam alguns ajustes para acabar melhor a metodologia e a forma de ministrar a aula, para que ambas se tornem atrativas juntas. Mas a presença em sala de aula foi visivelmente afetada (positivamente) pela gamificação. (Aluno 6)

É uma ferramenta de grande potencial embora requeira muito planejamento e trabalho para ser bem implantada. (Aluno 10)

Uma excelente ferramenta pedagógica que coloca o aluno como protagonista e o incentiva a participar de tudo. (Aluno 12)

É uma metodologia valida pra qualquer matéria, visto que a condição de aprendizagem do aluno ainda é o fator mais importante para a aprovação ou não do aluno. (Aluno 15)

Destaca-se, por fim, a fala do Aluno 15 ao sinalizar que como a *gamificação* é uma metodologia de ensino, ela pode ser adaptada a qualquer disciplina do currículo escolar, cabendo ao docente a tarefa de planejar a maneira mais adequada.

Considerações Finais

A *gamificação* do processo avaliativo na disciplina de Física que abordou eletricidade e magnetismo em um curso de Licenciatura em Química se mostrou eficiente ao desenvolver engajamento e motivação nos alunos. Apesar de ter sido aplicada apenas ao processo avaliativo, ficou evidente que a maioria dos alunos tiveram saldo positivo no tocante a experiência adquirida. Considerando que os participantes eram licenciandos, ou seja, futuros professores, o aprendizado foi além do proposto originalmente. A apresentação da metodologia ativa com a *gamificação* aplicada durante todo um semestre letivo e desenvolvida paralelamente à metodologia passiva permitiu que eles refletissem não somente sobre seu processo de ensino e aprendizagem como também sobre os desafios e a prática pedagógica de um docente. A proposta de combinação entre essas metodologias surge como uma alternativa a professores que ainda enfrentam dificuldades num sistema educacional pouco flexível. Numa perspectiva futura, buscamos ampliar a proposta com um curso totalmente *gamificado* (aulas e avaliação), além de aplicar um programa de pesquisa que melhor fundamente os resultados.

Referências

- ALVES, Flora. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: Um guia completo: do conceito a prática. 2 ed. São Paulo: DVS, 2015.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BURKE, Brian. **Gamificar**: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias. São Paulo: DVS, 2015.
- CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. **A sala de aula inovadora**: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.
- FAVA, Rui. **Educação 3.0**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.
- GUIMARÃES, Sueli Édi Rufini; BZUNECK, José Aloyseo. **Propriedades psicométricas de uma medida de avaliação da motivação intrínseca e extrínseca**: um estudo exploratório. Psico-USF, v. 7, n. 1, p. 01-08 Jan./Jun. 2002
- JARAUTA, Beatriz; IMBERNÓN, Francisco. **Pensando no futuro da educação**: uma nova escola para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2015.
- KAPP, Karl M.; BLAIR, Lucas; MESCH, Rich. **The gamification of learning and instruction fieldbook**: ideas into practice. San Francisco: Wiley, 2014.
- MATTAR, João. **Metodologias Ativas**: Para a educação presencial, blended e a distância. 1 ed. Paulo: Artesanato educacional, 2017.
- MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. . [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://rh.unis.edu.br/wp-content/uploads/sites/67/2016/06/Mudando-a-Educacao-com-Metodologias-Ativas.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

A CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS E AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM DOIS CENÁRIOS: O TRABALHO EM GRUPO E A DISCUSSÃO COLETIVA EM PLENÁRIA

THE CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC EXPLANATIONS AND THE DISCURSIVE INTERACTIONS IN TWO SETTINGS: GROUP WORK AND WHOLE-CLASS DISCUSSION

Leonardo Lago¹

¹ Universidade de Cambridge, Faculdade de Educação, lg485@cam.ac.uk

Resumo

Este trabalho discute como ocorre a construção de explicações científicas em sala de aula por meio das interações discursivas. Analisamos a construção da explicação para o fenômeno da evaporação em dois cenários distintos: o trabalho em grupo e a discussão coletiva em plenária. Os dados advêm de um projeto para a promoção do ensino dialógico em salas de aulas do 5 ano de uma escola pública. Os resultados mostram que quando reunidos em pequenos grupos os estudantes elaboram livremente o fenômeno a ser explicado trazendo fortemente a experiência pessoal, mas se engajando pouco na racionalidade científica pois usam os conceitos científicos com seus sentidos cotidianos. No caso da discussão coletiva, analisamos dois trechos nos quais a professora se engaja em episódios explicativos. No primeiro ela busca conceituar o que os estudantes nomeiam como 'evaporação', pois há confusão de entre o produto e o processo do fenômeno. No segundo ela generaliza o conceito de energia para aplicá-lo na explicação microscópica da condensação. Verifica-se o papel essencial da professora como guia do discurso de sala de aula para o engajamento dos estudantes no raciocínio científico.

Palavras-chave: Explicação científica – Interação discursiva - Evaporação

Abstract

This work discusses how the construction of scientific explanations occurs in the classroom through discursive interactions. We analyzed the construction of the explanation for the evaporation phenomenon in two different settings: group work and whole-class discussion. The data come from a project to promote dialogic teaching in Year-5 classes of a public school. The results show that when in small groups, students elaborate the phenomenon to be explained freely, bringing their personal experience strongly but engaging poorly in scientific reasoning because they use the scientific concepts in their everyday senses. In the case of whole-class discussion, we selected two excerpts in which the teacher engages in explanative episodes. In the first, she seeks to conceptualize more precisely what students name as 'evaporation', since there is a confusion between the product and the process of the phenomenon. In the second, she generalizes the concept of 'energy' and apply it to explain microscopically the condensation. We note the essential role of the teacher as a guide to classroom discourse for student engagement in scientific reasoning.

Keywords: Scientific explanation – Discursive interaction - Evaporation

Introdução

O ensino de ciências tem um papel relevante na escolarização pois promove habilidades como o raciocínio lógico e argumentativo que outras disciplinas são menos prováveis de fomentar (OSBORNE, 2010). Além disso, oferece um tipo de conhecimento que não é possível fora da esfera acadêmica. Essas habilidades e conhecimentos são desenvolvidos, por exemplo, quando os sujeitos são convidados a elaborarem explicações sobre os fenômenos naturais. Pode-se dizer, talvez, que construir explicações sobre o mundo natural seja a tarefa mais basililar da ciência, um tipo de elaboração que explicita o que se sabe, como se sabe e a relação causal entre as entidades envolvidas no fato explicado (OGBORN et al., 1996).

Osborne e Patterson (2011) diferenciam o oferecimento de explicações finais e acabadas, geralmente dadas pelos professores, da construção das explicações, seja por cientistas ou estudantes que precisam recorrer ao conhecimento prévio e às premissas existentes para a elaboração de uma hipótese explicativa. Essa distinção guarda alguma relação com dois arranjos na forma de organização de uma sala de aula que permitem diferentes experiências de interação verbal: o trabalho em grupo e a discussão coletiva em plenária. Mas antes de discutir essas duas configurações, olhemos para o caso das interações discursivas no ensino-aprendizagem.

Dentro da área de pesquisa conhecida ensino dialógico, existe um consenso de que oferecer aos estudantes a oportunidade de dialogarem sobre os conceitos favorece a sua compreensão; um momento em que usam os termos apropriados e pensam sobre seus significados. Scott (1998) aponta que o ensino dialógico significa "incentivar a exploração e o desenvolvimento de significados" (p. 48), uma posição que denota uma dimensão dialógica dos conceitos (LARRAIN; HAYE, 2014).

No caso do ensino de ciências, existe a concepção de que aprender ciências é um processo de apropriação de uma prática discursiva específica, uma forma de linguagem-pensamento associado às suas especificidades. Os conceitos científicos, em geral, podem começar como termos derivados da experiência ou por definições, mas é "através do desenvolvimento da linguagem na ciência" que eles gradualmente ganham precisão e significado científico (WELLINGTON; OSBORNE, 2001, p. 21). Os autores também apontam que raciocinar cientificamente requer a capacidade de "vincular evidências e dados empíricos a ideia e teorias" (p. 83). Nota-se aqui, então, a relação entre forma conteúdo, aprender ciências não é unicamente o aprendizado de determinado conceito ou de suas relações, mas também uma maneira específica de se pensar, sendo ambos as bases para a construção das explicações científicas.

Dois cenários para as interações discursivas na sala de aula

As interações discursivas entre estudantes durante o trabalho em grupo e entre estudantes e professores em situações de discussão coletiva em sala de aula têm sido analisadas na pesquisa acadêmica. Por exemplo, Howe (2010) explica que durante o trabalho em grupo as relações são mais horizontais, fato que incentiva os estudantes a expressarem, compararem e discutirem suas visões de maneira mais livre e independente. Uma dinâmica que promove o aprendizado quando envolve a troca de pontos de vista contrastantes com base em razões e justificativas. Este é também o ponto para Wegerif e Dawes (2004), que comentam que "conversando juntos, as crianças constroem uma compreensão do que está acontecendo com suas próprias palavras" (p. 15). Ou seja, a interação discursiva em pequenos grupos

é relevante tanto para a elaboração do problema estudado quanto para as tentativas de construção de explicações, que, mesmo sendo provisórias ou incompletas, são um esforço intelectual ativo em que os alunos desenvolvem suas ideias.

Na discussão coletiva em plenária, as relações assimétricas com o professor (visto como detentor das respostas corretas e do conhecimento canônico) faz com que os alunos geralmente experimentem um modo de comportamento performático, vendo a audiência como um público para o qual seus desempenhos serão avaliados (HOWE, 2010). Nessa configuração, o professor é o sujeito que controla o discurso empregando estratégias para a transmissão ou construção do conhecimento. Mercer (1995) chama essa segunda perspectiva de construção guiada do conhecimento, e lista uma série de estratégias discursivas que os professores utilizam para organizar o diálogo de sala de aula. Assim, neste contexto, o papel do professor de ciências é guiar discursivamente os alunos pela construção do conhecimento e pela maneira de se pensar cientificamente (WEGERIF; DAWES, 2004).

Resultados de pesquisas têm mostrado que em ambos cenários, a interação discursiva é um mecanismo para a promoção do aprendizado e do desenvolvimento dos alunos (HOWE; MERCER, 2007). A discussão no trabalho em grupo é descrita como relações horizontais, em que os alunos trocam e negociam suas perspectivas em um nível mais igual e partindo de conhecimentos e experiências relativamente semelhantes. De modo contrário, as interações durante a discussão em plenária são marcadas por relações verticais, onde as trocas são feitas entre duas perspectivas: conhecimento e experiência cotidiana – a voz dos estudantes – e conhecimento e prática científica – a voz autoritária da ciência personificada no professor (KAZAK; WEGERIF; FUJITA, 2015; MORTIMER; SCOTT, 2003). O objetivo deste trabalho é analisar como ocorre a construção das explicações científicas nestes dois cenários de interação discursiva.

Materiais e métodos

Os dados apresentados neste trabalho advêm de uma intervenção realizada em um município do sul de Minas Gerais com a participação de três professoras do 5º ano (crianças com 10-11 anos de idade) de uma escola pública. A intervenção completa envolveu um programa de formação de professores sediado na própria escola para explorar aspectos da adoção de uma abordagem dialógica ao ensino. As três professoras participantes são formadas em pedagogias e tinham experiência média de 7,5 anos nos anos iniciais do ensino fundamental. A escola foi selecionada por convite ao aceitar participar do programa de formação e atende alunos de nível socioeconômico mais baixo de uma região mais na periferia da cidade. Os dados foram coletados em um ambiente real de sala de aula. O programa continha três módulos, sendo que o segundo teve como proposta a adaptação e aplicação de três aulas pré-formatadas do projeto SPRinG¹ sobre o ensino de evaporação.

Aqui analisamos dois trechos da discussão ocorrida no trabalho em grupo, na qual os alunos precisavam explicar o que acontecia com a água que desaparecia quando a professora fazia uma marca de mão molhada no quadro negro e com a água das roupas molhadas em um varal. Por motivos de espaço, selecionamos os trechos mais significativos em que há uma tentativa de explicação. Posteriormente, selecionamos dois trechos de discussões coletivas organizadas pela professora ao

¹ <http://www.spring-project.org.uk>

retomar a atividade anterior. Nesses dois episódios a professora tinha o objetivo de desenvolver a construção de uma explicação para os fenômenos de evaporação e condensação a partir de um modelo microscópico de partículas.

O processo empregado para investigar os segmentos de diálogo é a análise do discurso sociocultural (MERCER, 2004), que consiste no exame minucioso dos episódios transcritos, nos quais as categorias podem ser geradas e relacionadas a outras instâncias. Esse foco permite que os pesquisadores busquem formas inteiras de interações que possam ser usadas para gerar tipologias, encontrar padrões de ocorrência e avaliar seus benefícios em relação a objetivos específicos. Este método diz respeito ao “conteúdo, função e forma de como o entendimento compartilhado é desenvolvido no contexto social [...]” (MERCER, 2010, p. 9).

Um dos pontos fortes da análise do discurso sociocultural é sua perspectiva mais qualitativa e integral em relação à codificação dos turnos de fala por categorias pré-estabelecidas. Como o fluxo do diálogo é mantido intacto ao longo da análise e não quebrado em unidades menores, pode-se fazer um exame mais detalhado dos processos de construção conjunta do conhecimento (MERCER, 2004). Esse método é consistente com o objetivo deste trabalho que se propõe justamente analisar como os estudantes, e professora e estudantes, explicitam os conceitos científicos e como se desenvolve a construção da explicação para o fenômeno da evaporação.

Resultados

Trabalho em grupo

Nos trechos apresentados a seguir quatro estudantes estão respondendo a duas perguntas: O que vocês acham que aconteceu com a água que desapareceu do quadro e da toalha?; O que vocês acham que fez a água ir embora? Essas perguntas requerem que eles construíssem uma explicação para o suposto caso de desaparecimento da água (“E” indica a fala de um estudante e “P” da professora).

- E: Eu acho que a água evaporou...
- E: Eu acho que o Sol evaporou ela...
- E: Evaporou pelo ar...
- E: É que ... ela evaporou porque... o Sol puxou e formou uma nuvem...
- E: É o reflexo do Sol bateu nela...
- E: E chove depois... porque aí a nuvem fica muito cheia de água...
- E: Está muito difícil esse negócio de água...
- P: Mas é uma coisa que ocorre todo dia...
- E: Deixa eu perguntar uma coisa?
- P: Se for sobre a água que sumiu, sim...
- E: Assim, quando a gente bebe água... não sei... mas a água também some?
- E: Some porque a gente faz xixi... rs...

No trecho nota-se que os estudantes desenvolvem a ideia da evaporação fortemente atrelada a outros conceitos: Sol, reflexo, chuva, formação das nuvens, e uma estudante associa o problema com a ingestão de água. Em outros trechos os alunos consideram ainda a absorção da água pela toalha, o cozimento do arroz, e as poças de água formadas depois da chuva, entre outros. A explicação elaborada pelo grupo parece uma concatenação de termos; entre elementos do cotidiano e jargões científicos que não indicam um entendimento propriamente preciso e científico do fenômeno. Ao mesmo tempo, a discussão mostra como os estudantes elaboram o problema e o fenômeno, como os conectam com seus conhecimentos prévios (ciclo da água) ou situações cotidianas (Sol, arroz, chuva). A estudante que associa os

desaparecimentos da água da roupa no varal com a água ingerida é interessante para destacar como ela ancora seus pensamentos em fenômenos muito diferentes. No próximo trecho apresentado a discussão envolve mais as causas da evaporação.

- E: O vapor...(?)
 E: O vapor, sim... o Sol... o calor...
 E: Não... é... o Sol...
 E: O calor do Sol...
 E: O que que leva a água embora? O que você acha?
 E: Então... eu acho que é o vapor do Sol...
 E: Eu acho que é o Sol... só...
 E: Não... o vapor...
 E: O reflexo na água que forma o vapor...
 E: É que... o Sol né... deu onda de calor..., que é quente e vai secando...
 E: Todo mundo concorda com o que ele falou?
 E: Eu não entendi nada...
 E: Que... que... calor... de ondas... ondas de calor entrou na toalha...
 E: Nada a ver...
 E: Mas da onde...? E se estivesse em um lugar fechado?
 E: A luz vai secar...

Neste episódio os alunos listam diversas causas para a evaporação, como: vapor, vapor do Sol, calor, calor do Sol, reflexo na água, ondas de calor. Em outros momentos aparecem ainda fatores como a luz e o vento. Além da diversidade, nota-se uma certa confusão no conceito de vapor, empregado como a causa e não como resultado do processo de evaporação. Além disso, um dos alunos atribuiu o vapor a algo que vem do Sol. Essa confusão de sentidos mostra que tal conceito não tem um mesmo significado compartilhado com todos os membros e nem que é aplicado de maneira cientificamente adequada. No final do trecho aparece uma contribuição interessante de um estudante: ele propõe que 'ondas de calor' entram na toalha e a seca por serem quentes. Apesar desta ser uma elaboração que vai na direção de uma explicação científica, ela não é bem compreendida pelos outros membros que passam então a desafiar o proponente a explicar de onde vêm essas ondas de calor e como elas entrariam na toalha se essa estivesse em um lugar fechado.

Discussão coletiva em plenária

Nesta seção selecionamos dois trechos de discussão em plenária, nos quais a professora tem a intenção de desenvolver o conceito de evaporação e depois de elaborar um raciocínio que explique a condensação. Nestes dois momentos da aula já havia ocorrido a leitura de um texto sobre os estados físicos da matéria com base em um modelo de partículas e realizada uma dramatização com os alunos.

- P: Aí vocês falaram muitas vezes que evaporou, evaporou, eu queria que vocês pudessem me explicar um pouquinho melhor o que é evaporar. O que é evaporar?
 E: É ficar desaparecido...
 E: É quando o calor vai aquecendo a água e fazendo evaporar.
 E: Todo mundo sabe quando a mãe faz arroz. Então..., é... vamos supor, a gente coloca água fria. Na hora que a água vai começando a esquentar, vai [inaudível] para o ar, que evapora depois ela...
 P: O que vai para o ar?
 E: Vai água...(?)
 P: Vai água...
 E: É um conjunto de água que... vai se transformar... em gás.
 P: Conjunto de água que se transforma num tipo de gás...(?)
 E: O que é evaporação? É a água virar gás.

P: Evaporação... o próprio nome... a resposta está aqui no nome [aponta para a letras VAPOR dentro da palavra EVAPORAÇÃO que está escrita no quadro].

E: Vapor!

E: Ela vira vapor.

P: Ela vira vapor. Quando eu falo evaporação eu estou falando que está virando vapor. Então eu tenho aqui um copo com água, a água está no estado?

E: Líquido.

P: Líquido, não é? E aí quando está aqui no estado líquido ela pode evaporar. O que significa? Significa uma partícula da água que está aqui dentro..., o quê que significa virar vapor? Ela...? Ela vai para o ar. Então a partícula de ar que está aqui no líquido vai para o ar na forma de vapor.

E: Ela vira ar?

P: Ela se mistura no ar, não vira ar. Ela se mistura no ar, evapora, ela vira vapor de água e fica misturado no ar.

A professora nota que os alunos falavam sobre ‘evaporação’ sem realmente explicarem o conceito, pois eles usavam o termo para se referirem ou nomearem o fato do desaparecimento da água, isto é, evaporação seria o resultado do processo físico: ‘evaporou’. Esta forma de uso fica evidente nas três primeiras contribuições dos estudantes. A professora inicia então um movimento explicativo quando desafia o estudante a explicar ‘o que vai para o ar?’ durante a evaporação da água, ao passo que outro estudante fala pela primeira vez em ‘transformação’, em um tipo de gás, e outro fala em ‘virar’ um gás. A professora então chama a atenção para o uso do termo ‘vapor’, e constrói a explicação de que evaporação é a passagem da água líquida para o estado gasoso, este na forma de vapor de água. Ao final, a professora ressalta que não é que a água vira ar, mas que o vapor se mistura no ar. No próximo trecho a discussão é sobre o aspecto da microscópico da condensação.

E: O arroz quando põe água e a água vira vapor vai para a tampa e vira água.

P: Então ele lembrou que quando na panela de arroz a gente levanta a tampa, o vapor que tá fazendo da água foi lá pra tampa e virou...(?)

S: Água.

P: Água líquida. Vamos pensar nas partículas. Para eu sair do líquido e ir para o vapor, quê que eu tive que fazer com as partículas?

E: Esquentar.

P: Esquentar. Agora eu quero fazer o caminho... contrário. Eu tenho vapor, quero transformar em líquido. O que será que eu tenho que fazer?

E: Congelar

E: Esfriar

E: Aumentando o frio

P: A gente pode obter o líquido de volta aumentando o frio, esfriando. Boa! Mas eu vou só..., a gente vai usar uma outra palavrinha, a gente vai falar em... ENERGIA. Colocar no Sol, colocar na vela, colocar no fogão, eu estou dando energia. Eu preciso dar energia para o líquido pra ele virar vapor. Sim ou não?

E: Sim.

P: Eu dou energia, as partículas ficam mais agitadas e se desprendem. Agora, para fazer o caminho inverso, para o vapor virar líquido...

E: Tem que fazer ela virar gelo.

E: Esfriar

P: Eu vou precisar TIRAR energia. Em vez de dar energia, eu vou ter que tirar energia das partículas.

A discussão começa com um estudante mostrando que compreendeu bem a pergunta da professora sobre onde eles já haviam visto a transformação do vapor em água líquida. Além deste que comenta sobre a tampa da panela de arroz, outros falam sobre o teto do banheiro durante um banho quente e sauna. O estudante fala que na tampa da panela se forma água e a professora logo complementa com ‘água líquida’, para enfatizar a transformação física que deseja explicar. Ao avançar sobre

o comportamento das partículas, os estudantes mostraram compreender que na evaporação é necessário fornecer energia (esquentar) e para fenômeno inverso, ainda não nomeado como condensação, é preciso retirar energia (esfriar, congelar, aumentar o frio). Contudo, como eles não usam o termo energia, a professora tenta construir essa generalização no seu antepenúltimo turno de fala: 'Colocar no Sol, colocar na vela, colocar no fogão, eu estou dando energia'. Mas mesmo com esse movimento, os estudantes ainda se referenciam ao processo de condensação como 'fazer virar gelo' e 'esfriar', quando a professora rephraseia essas contribuições para 'tirar energia'. Essa dificuldade de usar conceitos hierarquicamente mais gerais do que específicos também apareceu em outras situações, por exemplo, quando a professora precisou negociar o termo 'calor' para abranger os fatores térmicos que causam a evaporação (Sol, luz, temperatura, fogo, vela, quente). Ao fim, têm-se uma explicação sobre os processos microscópios da evaporação e condensação.

Discussão e conclusão

Os trechos apresentados mostram episódios em que alunos e professora elaboram explicações para os fenômenos da evaporação e condensação. Durante o trabalho em grupo aparecem muitos conceitos científicos associados aos seus sentidos cotidianos. Julgamos que esse momento de discussão mais livre e seguro para a exposição de ideias foi importante para uma primeira elaboração da situação a ser explicada. Provavelmente isso fomentou a emergência das ideias também na discussão em plenária. Contudo, como se poderia esperar, nesse cenário não foi possível verificar o engajamento em um pensamento-discurso científico mais preciso ou consistente. De fato, em outro trabalho a partir deste mesmo projeto mostramos que os estudantes mantêm as mesmas características discursivas seja discutindo problemas abertos sobre situações cotidianas ou atividades de conteúdo envolvendo fenômenos científicos (LAGO, 2018). No final do segundo episódio do trabalho em grupo, um dos estudantes elabora a explicação cientificamente mais adequada de nosso conjunto de dados, mas que é rejeitada pelo grupo. Não podemos falar em termos de padrão com base em dois episódios, mas o que talvez seja marcante é a presença da experiência cotidiana nas tentativas das explicações científicas.

Na discussão coletiva observamos a professora construindo coletivamente duas explicações por meio do discurso. Os alunos, quando convidados, contribuíam com ideias e raciocínios, quase sempre vinculados às suas experiências cotidianas. Foi nesse espaço discursivo organizado pela professora que houve um movimento, uma transição do conhecimento cotidiano para o engajamento dos alunos em uma explicação cientificamente mais adequada. Isso ocorreu, por exemplo, quando a professora percebe a confusão no conceito de 'vapor' ou na não generalização dos termos que envolvida o conceito de 'energia'. A professora explica a evaporação como a transformação da água líquida em vapor e sua dispersão, ressaltando que não é a transformação da água em ar. Essa explicação não havia sido construída pelos estudantes quando reunidos em grupos. No caso da construção da explicação microscópica sobre a evaporação e a condensação, a professora aproveita as ideias advindas da leitura do texto sobre os estados físicos, como partícula, ligação entre partículas e energia, mas os alunos apresentam resistência em usar tais conceitos.

Em suma, entendemos que os casos analisados nos dois cenários ilustram momentos relevantes na construção de uma explicação científica em sala de aula. Enquanto o trabalho em grupo promoveu uma primeira aproximação dos estudantes

com o problema e o uso dos conceitos científicos, na discussão coletiva em plenária a professora negocia termos mais precisos e desenvolve raciocínios científicos que resultam em uma construção que julgamos ser uma explicação científica adequada para essa faixa etária. Nesse contexto, a marca importante é que a interação discursiva entre professora-estudantes guia uma elaboração mais científica que parte do entendimento cotidiano dos alunos sobre o fenômeno. Esse resultado talvez possa orientar a formação de professores da área, indicando refletir sobre os elementos constitutivos de uma explicação científica, sobre atividades didáticas com esse propósito e no uso estratégias discursivas para a sala de aula.

Referências

HOWE, C. Peer groups and children's development. Chichester:Blackwell,2010.

HOWE, C.; MERCER, N. Children's social development, peer interaction and classroom learning. Primary Review, University of Cambridge, 2007.

KAZAK, S.; WEGERIF, R.; FUJITA, T. The Importance of Dialogic Processes to Conceptual Development in Mathematics. Educational Studies in Mathematics. v. 90. n. 2. p 105–120. 2015.

LAGO, L. Discursive interactions in small-group work: is there any difference between scientific and non-scientific tasks? XVIII IOSTE Symposium Book of Proceeding. Anais...: Malmo: Malmo University, 2018.

LARRAIN, A.; HAYE, A. A Dialogical Conception of Concepts. Theory & Psychology. v. 24. n. 4. p 459–478. 2014.

MERCER, N. Sociocultural discourse analysis: analysing classroom talk as a social mode of thinking. Journal of Applied Linguistics. v. 1. n. 2. p 137–168. 2004.

MERCER, NEIL. The Analysis of Classroom Talk: Methods and Methodologies. British Journal of Educational Psychology. v. 80. n. 1. p 1–14. 2010.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Meaning making in secondary science classrooms. Maidenhead: Open University Press, 2003.

OGBORN, J. et al. Explaining science in the classroom. Buckingham: Open University Press, 1996.

OSBORNE, J. Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. Science. v. 328. n. 5977. p 463–466. 2010.

OSBORNE, J. F.; PATTERSON, A. Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? Science Education. v. 95. n. 4. p 627–638. 2011.

SCOTT, P. Teacher Talk and Meaning Making in Science Classrooms: A Vygotskian Analysis and Review. Studies in Science Education. v. 32. n. 1. p 45–80. 1998.

WEGERIF, R.; DAWES, L. Thinking and learning with ICT: raising achievement in primary classrooms. London: RoutledgeFalmer, 2004.

WELLINGTON, J.; OSBORNE, J. Language and literacy in science education. Buckingham: Open University Press, 2001.

ENSINANDO FÍSICA CONCEITUAL E UMA PROPOSTA DE ESTUDO DAS DIFICULDADES DOS ESTUDANTES

TEACHING CONCEPTUAL PHYSICS AND A PROPOSAL TO STUDY STUDENTS DIFFICULTIES

José Guilherme Moreira

UFMG, ICEx, Departamento de Física – jmoreira@fisica.ufmg.br

Resumo

Neste trabalho, relato a experiência com duas disciplinas de Física Conceitual que são ofertadas para os estudantes do curso de Física, em especial para os da Licenciatura, desde 2006. Apresento a motivação para essa oferta, descrevo a dinâmica utilizada nas disciplinas, que tem alta participação dos estudantes, e relato o impacto que está tendo no curso. A seguir, apresento alguns exemplos de questões discutidas nas disciplinas e as dúvidas dos estudantes nessas questões – isso aponta um tema que precisa ser melhor entendido: o que leva alunos nesse nível de formação, quase no final da graduação, ainda terem dificuldades desse tipo. Apresento então uma proposta de estudo a ser realizado com esse público – estudantes no final do curso de Física – para tentar levantar os motivos dessas dificuldades. Concluo defendendo a importância dessas disciplinas, principalmente, mas não exclusivamente, para a Licenciatura, e a relevância de se tentar levantar os fatores que levaram a essas lacunas na formação.

Palavras-chave: Física Conceitual, Física no Ensino Médio, Metodologias Ativas de Aprendizagem.

Abstract

In this paper, I report the experience with two disciplines of Conceptual Physics that have been offered to students of the Physics course, especially those of the Degree, since 2006. I present the motivation for this offer, I describe the dynamics used in the disciplines, which have high student participation, and report the impact it is having on the course. Below, I present some examples of issues discussed in the disciplines and the students' doubts on these issues - this points to a theme that needs to be better understood: what leads students at this level of education, almost at the end of graduation, to still have such difficulties. I then present a proposal for a study to be carried out with this audience – students at the end of the Physics course – to try to raise the reasons for these difficulties. I conclude by defending the importance of these disciplines, mainly, but not exclusively, for the Degree, and the relevance of trying to raise the factors that led to these gaps in training.

Keywords: Conceptual Physics, Physics in High School, Active Learning Methodologies.

Introdução

No início dos anos 2000, alguns alunos da Licenciatura, quase concluintes do curso, me relataram as dificuldades que eles tinham em responder a questões do cotidiano e/ou a abordá-las sem utilizar um enfoque matemático. Isso me motivou a propor duas disciplinas de 60 h cada que fizessem uma revisão da Física que pode ser abordada no Ensino Médio com um enfoque Conceitual. Um relato mais detalhado dessa experiência foi publicado recentemente (MOREIRA, 2020).

Nessa época, já tinha sido traduzido o livro Física Conceitual, do Hewitt (2002), que apresenta o conteúdo de física no nível do Ensino Médio sem formalismo, mas não é superficial. Eu também tive contato com algumas pesquisas desenvolvidas nos EUA nos anos 1990 que sinalizavam para um ensino de física com menos formalismo, com maior participação dos alunos – McDermott (1993), Arons (1997) – e com uma proposta de uma metodologia ativa de ensino – Mazur (1997).

A maior parte deste trabalho é um relato dessa experiência que completou 14 anos. Inicialmente, apresentarei as condições que me levaram a propor essas disciplinas, citando os trabalhos que me influenciaram na definição da dinâmica utilizada. Em seguida, detalharei essa dinâmica, descreverei o impacto que essa proposta teve no curso de Física e apresentarei alguns exemplos de questões discutidas com as dificuldades dos estudantes em respondê-las corretamente. Após esse relato, apresento uma proposta de estudo a ser realizado com esse público – estudantes no final da Licenciatura e do Bacharelado em Física – para tentar levantar os motivos dessas dificuldades. No final, apresentarei algumas conclusões que podemos tirar desta experiência e as perspectivas desse estudo.

Ensinando Física Conceitual

O curso de Física em que leciono tem a estrutura tradicional: os estudantes, que já tiveram contato com tópicos de física no Ensino Médio – mecânica, calor, ondas e ótica, eletromagnetismo –, quando entram no Ensino Superior revisitam esses tópicos com mais profundidade e com um formalismo matemático mais elaborado. Com essa formação espera-se que o estudante tenha um domínio formal dos principais conceitos físicos.

Na sequência do curso, os estudantes de Licenciatura fazem uma série de disciplinas relacionadas com a prática de ensino e os estágios, além de se aprofundarem um pouco mais nos conteúdos de física, em especial na denominada física moderna. A maior parte das disciplinas de prática de ensino é ministrada no Departamento de Física e o restante no Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino da Faculdade de Educação, que também é responsável pelos estágios. Nessas disciplinas, é natural haver discussões conceituais sobre os conteúdos de física envolvidos, mas não é esse o enfoque principal.

Por outro lado, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999), já na primeira versão, sinalizavam para a importância de um ensino de física mais contextualizado. No entanto, a formação que era dada aos licenciandos, tanto nas disciplinas básicas, quanto nas disciplinas mais avançadas, não tinha esse enfoque. Havia, e ainda há, uma grande preocupação com o formalismo, o que, sem dúvida, é essencial para a formação geral, mas é insuficiente quando se pensa na formação do futuro professor de Ensino Médio. Assim, a oferta de disciplinas que tivessem

uma abordagem conceitual, com discussão de problemas contextualizados, se fazia necessário.

Além disso, a maioria dos livros-texto de Física básica tem uma grande preocupação com a resolução de problemas, mas pouca atenção é dada aos conceitos físicos envolvidos no fenômeno que está sendo analisado. Dessa forma, é usual o estudante saber resolver um problema – conhece a fórmula e substitui os números direito –, mas é incapaz de detalhar corretamente os conceitos físicos envolvidos. Assim, um dos objetivos das disciplinas propostas é apresentar para os estudantes uma forma de raciocínio que não está presente na maioria desses livros-texto. A expectativa é que, com o desenvolvimento desse raciocínio, o futuro professor consiga descrever e explicar um fenômeno físico sem ter que utilizar o jargão matemático.

Outra questão era decidir que metodologia utilizar para apresentar esse conteúdo e raciocínio. No início dos anos 2000, eu tive contato com algumas experiências em ensino de física desenvolvidas nos EUA – McDermot (1993), Arons (1997) – que sinalizavam para a importância de um ensino de física com maior participação dos alunos para que se atingisse uma aprendizagem significativa. Segundo McDermott (1993), “aprendizagem significativa, quer dizer, da habilidade de interpretar e utilizar o conhecimento em situações diferentes daquelas em que ele foi inicialmente adquirido”, e que isso “requer que os estudantes estejam intelectualmente ativos”. Nesse trabalho, ela também chama a atenção para o fato de que “Questões que requeiram raciocínio qualitativo e explicação verbal são essenciais”.

Eu também tive contato com o livro de Mazur (1997), no qual ele propõe uma metodologia ativa de ensino, com alto grau de interação entre os estudantes na sala de aula. Um dos argumentos que ele utiliza é o de que “o aluno consegue explicar determinada questão ao colega melhor do que o professor, porque quanto mais se sabe sobre um assunto, mais difícil se torna explicá-lo, mais depressa se esquecem as dificuldades conceituais” (Mazur, 2003).

Influenciado por esses trabalhos, decidi propor duas disciplinas – Física Conceitual I e II, com 60 h cada – em que utilizo uma metodologia na qual os alunos têm que ficar intelectualmente ativos, ou seja, são estimulados a pensar, e há bastante interação ativa entre eles. Além disso, essas disciplinas têm um enfoque conceitual, discutindo questões contextualizadas no cotidiano dos estudantes e, quase sempre, exigindo respostas verbais.

O livro do Hewitt (2002) é o livro-texto e o objetivo é rever e aprofundar os principais conceitos básicos de Física que podem ser abordados no Ensino Médio. São também apresentados alguns temas que podem estar além, mas que eu considero que o professor de Física tem que saber para poder responder a questões do dia-a-dia, p.ex., o caráter vetorial do torque e sua relação com o momento angular.

Nessa proposta, a Física Conceitual I cobre os tópicos de mecânica, propriedades da matéria e física térmica e a Física Conceitual II, os tópicos de vibrações e ondas, eletromagnetismo, luz, física atômica e nuclear e teoria da relatividade. Esses tópicos são abordados no nível do livro, ou seja, ensino médio, sem utilização de formalismo matemático, mas algumas questões um pouco mais aprofundadas também são apresentadas. A maioria das questões tem um enfoque mais qualitativo – se relata uma situação e se pede para o estudante explicar por

que isso acontece dessa forma – ou semiquantitativo – a mudança de um parâmetro fará com uma grandeza fique maior, menor ou permaneça com o mesmo valor. Poucas questões têm abordagem quantitativa e são principalmente do tipo “Estime ...”. À frente, apresentarei alguns exemplos dessas questões.

A dinâmica do curso consta da divisão da turma em grupos de quatro, máximo cinco alunos, que, em cada aula, devem responder a um questionário com perto de dez perguntas. As respostas devem ser dadas no nível do livro, ou seja, um estudante do ensino médio deve ter capacidade de entendê-las. Elas não devem ser extensas, mas não podem ser sucintas, ou seja, não podem pular etapas do raciocínio. Respostas que se limitem a apresentar uma fórmula são altamente desincentivadas, assim como aquelas que utilizam formalismo matemático. O tema de cada aula é avisado no início do curso e é basicamente um dos capítulos do livro que o aluno deve ler antes da aula. As respostas de cada grupo às perguntas desse questionário são corrigidas e entregues ao grupo na aula seguinte – esse *feedback* rápido é muito importante. A cada quatro ou cinco questionários, acontece uma aula em que são apresentadas as principais dúvidas que apareceram em cada capítulo.

Com essa dinâmica, se consegue o que foi descrito na seção anterior: alta participação dos alunos, que têm que ficar intelectualmente ativos, e um ambiente de ensino colaborativo, com bastante interação entre eles. Essa dinâmica de discussão nos grupos foi detalhadamente analisada na Tese de Doutorado em Educação de Mendonça (2019).

Essas duas disciplinas estão sendo ofertadas desde 2006/1. Nesses 28 semestres, foram ofertadas 23 turmas de Física Conceitual I e 21 de Física Conceitual II. Um total de 545 estudantes se matricularam na primeira e 386 estudantes na segunda. A maioria desses estudantes é da Licenciatura, mas mais recentemente, tem havido uma demanda de alunos do Bacharelado, em especial nas turmas do diurno¹.

Nas aulas em que os grupos têm que responder aos questionários, o índice de participação é enorme – só um ou dois ausentes e os alunos permanecem ativos por aproximadamente 90 minutos; nas aulas de dúvidas, em que o professor faz uma exposição discutindo as questões em que eles tiveram mais dificuldades, o índice de presença fica acima de 60% – vale ressaltar que, no dia seguinte, o professor envia aos alunos um arquivo pdf com essa aula.

Devido à grande aceitação dessas duas disciplinas pelos estudantes e o impacto em sua formação, em especial dos licenciandos, na nova estrutura curricular implantada em 2019, o Colegiado do curso decidiu que passem a ser disciplinas obrigatórias para a Licenciatura e optativas para o Bacharelado.

Exemplos de Questões

Nesta seção apresento três questões – uma qualitativa, uma semiquantitativa e uma quantitativa – que foram escolhidas para também mostrar alguns conceitos que usualmente os estudantes têm dificuldades.

O exemplo de questão qualitativa aborda o conceito de força de atrito estático e de atrito cinético.

¹ O curso de Física no diurno é ofertado nas modalidades Bacharelado e Licenciatura e, no noturno, somente Licenciatura.

- A. Pode uma força de atrito **estático** atuando sobre um objeto fazer esse objeto aumentar sua velocidade? Caso não possa explique por quê. Caso possa, dê exemplos.
- B. E uma força de atrito **cinético**, pode fazer um objeto aumentar sua velocidade?

Fonte: Questão retirada do curso de Física Conceitual, em elaboração.

Para o item A, a resposta esperada é afirmativa, e os exemplos abordados podem ser de uma pessoa andando quando ela leva seu pé para trás e, por atrito, o solo a empurra para a frente; ou de um carro arrancando com o pneu não deslizando; ou de uma caixa solta sobre a carroceria de uma caminhão, quando este arranca, é a força de atrito com a superfície do caminhão que acelera a caixa. Para o item B, a resposta é a mesma só que agora o pé vai patinar, o pneu derrapar e a caixa deslizará.

Essa questão está um pouco além do nível do livro-texto que apresenta a força de atrito, mas não detalha em atrito estático e cinético, mas considero que é uma questão que avalia bem o entendimento da 2ª Lei de Newton – se há uma força resultante, há aceleração. A maioria dos alunos não tem dificuldade com o item A dessa questão, embora alguns pensem que, como a força de atrito é dissipativa, não poderia exercer trabalho positivo, mas na discussão de grupo acaba prevalecendo a resposta correta. O mesmo não acontece com o item B, onde a resposta negativa é frequente, o que sinaliza que o entendimento da 2ª Lei não está tão claro.

Como exemplo de questão semiquantitativa apresento um problema do livro do Hewitt que está relacionada com as conservações de *momentum* e energia.

Uma bola de golfe é arremessada contra uma bola muito massiva inicialmente em repouso e ricocheteia nela.



- A) Após a colisão qual das duas bolas tem maior *momentum* (em módulo)?
- B) Que bola terá mais energia cinética após a colisão?

Fonte: Questão retirada do livro Física Conceitual, de P. HEWITT, 9ª ed. (2002), p.131.

No item A, os estudantes devem notar que o *momentum* antes da colisão está com sentido para a direita e, por conservação, tem que continuar nesse sentido e, assim, a bola de boliche tem maior *momentum*. No item B, eles devem reparar na figura que a velocidade da bola de golfe não diminuiu apreciavelmente, logo, por conservação da energia, a bola de golfe deve ter mais energia cinética.

Esta questão é uma excelente aplicação da conservação do *momentum* e um bom exemplo para mostrar a diferença entre *momentum* e energia cinética. A dificuldade dos alunos com esta questão, em especial no item B, é que não são fornecidos valores numéricos e é impossível fazer contas. O item A, depois de alguma discussão, eles resolvem, mas eles têm muita dificuldade de tratar o item B de uma forma qualitativa.

Como exemplo de questão quantitativa, uma questão que é bem do cotidiano, embora pouco conceitual, e os estudantes terão fazer estimativas e utilizar duas fórmulas da cinemática.

- A. Fazendo uma estimativa para o tempo de reação do motorista e para o valor da aceleração na freada, avalie a distância que um carro percorre até parar se sua velocidade no início é de 40 km/h.
- B. Para 80 km/h, a distância necessária para parar o carro é
- i) o dobro.
 - ii) o quádruplo
 - iii) mais que o dobro e menos que o quádruplo?

Fonte: Questão retirada do curso de Física Conceitual, em elaboração.

Os estudantes têm que avaliar essa distância como a soma da distância D_r percorrida durante o tempo de reflexo – $D_r = v_0 t_r$ – e da distância D_f com os freios acionados – $D_f = v_0^2 / 2a$. Os valores desse tempo de reflexo t_r e do módulo dessa desaceleração a , eles têm que estimar. No item B, a princípio, não é necessário fazer a conta já que a primeira distância dobra, mas a segunda quadruplica, assim a alternativa correta é a terceira.

O maior problema nessa questão é que os estudantes não estão acostumados a fazer estimativas – os livros-texto usuais fornecem os dados em seus problemas –, então tem grande dificuldade com essa tarefa. Além disso, a maioria não tem o espírito crítico de observar se o resultado obtido é um número razoável, então às vezes surgem respostas com a distância de 40 m! No item B, a maioria dos grupos repete as contas feitas no item anterior para sinalizar a alternativa, o que é desnecessário.

Nesta seção, apresentei três exemplos de questões e sinalizei as dificuldades que os alunos têm em respondê-las. Ao longo das duas disciplinas são vistos os 36 capítulos do livro do Hewitt (2002) e eles fazem em sala 45 questionários com 9 questões na média, ou seja, umas 400 questões. Os alunos têm dúvidas em, aproximadamente, 10% dessas – algumas questões porque têm um grau de dificuldade maior, mas outras porque surgem falhas conceituais como as relatadas acima.

Proposta de Estudo

Essas falhas conceituais são constantes, ou seja, perduram de um semestre para o outro, não são um caso isolado de uma turma específica, e também são frequentes, isto é, aparecem nas respostas de um número expressivo de grupos de alunos. Além dos três exemplos apresentados na seção anterior – com os temas de forças de atrito e Leis de Newton, conservação do momentum e da energia, e de estimativas em cinemática –, outros quatro exemplos foram apresentados no artigo recentemente publicado (MOREIRA, 2020): hidrodinâmica e equação da continuidade, inércia rotacional e conservação da energia, torque e momento angular, e estimativas de velocidades e Algarismos significativos.

Isso levanta a pergunta de por que estudantes já na parte final do curso de Física – Licenciatura ou Bacharelado – têm essas falhas em suas formações. Essa é a proposta de estudo que pretendo realizar nessas duas disciplinas nos três próximos semestres (2020/2 a 2021/2).

A metodologia das disciplinas utilizada atualmente não permite que se obtenha dados quantitativos para se responder a essa pergunta porque os questionários são respondidos em grupo – é habitual ver um aluno alterar sua resposta com a discussão no grupo. Esse fato ocorre nas duas vias: o aluno está equivocado e, após a discussão, concorda com a resposta correta do grupo; ou, com

menos frequência, ocorre o contrário, o aluno apresenta sua solução e, depois de conversar com os colegas, acaba concordando com uma resposta diferente, que não está correta.

Para obter dados por aluno, pretendo introduzir um teste individual com questões objetivas no início de cada unidade – serão quatro testes em cada disciplina. As questões desses testes, sempre que possível, serão retiradas de trabalhos como o “Inventário do Conceito de Força” (Hestenes et al., 1992). Esses testes abordarão as falhas conceituais que podem ser consideradas constantes e frequentes pelas anotações que fiz nos últimos anos quando corrijo os questionários e seleciono as questões que serão apresentadas nas aulas de dúvidas.

Além disso, no processo de correção dos relatórios dos grupos, passarei a realizar uma quantificação das respostas com esses déficits conceituais – até agora, só anotava as questões em que os alunos tinham tido dificuldades, sem me preocupar com o número de grupos que tinham respondido erroneamente.

Com a aplicação dos testes e com a quantificação das respostas incorretas, terei dados que me possibilitarão detalhar melhor as deficiências apontadas. Esses dados também possibilitarão averiguar a efetividade da proposta de disciplinas de Física Conceitual – como cada aluno faz duas provas abertas individuais em cada disciplina, seu desempenho nestas provas pode ser comparado com o resultado dos testes.

Depois de apuradas as dificuldades conceituais mais relevantes, irei verificar na estrutura curricular do curso de Física em que disciplinas esses conceitos devem ser abordados; examinar nos livros-texto adotados ou no material didático utilizado nessas disciplinas se esses conceitos são desenvolvidos e como o são; e conversar com os professores das disciplinas envolvidas para indagar como normalmente é realizada a apresentação desses conceitos.

O resultado desse estudo poderá apontar possíveis falhas na estrutura curricular do curso de Física, ou problemas localizados em disciplinas específicas ou, ainda, mostrar que há algum tema relevante na Física do cotidiano que não está sendo abordado normalmente nas disciplinas e/ou nos livros-texto de Física básica.

Conclusão

Neste trabalho, apresentei a proposta de duas disciplinas de Física Conceitual ofertadas, desde 2006, para os estudantes do curso de Física em que leciono. Essas disciplinas têm como objetivo rever e aprofundar os principais conceitos básicos de Física que podem ser apresentados no Ensino Médio com uma abordagem em que uma linha de raciocínio conceitual, não formal, seja primordial. Nos 14 anos em que essas disciplinas têm sido ofertadas tem havido uma excelente receptividade por parte dos estudantes da Licenciatura e também do Bacharelado.

Defendo a importância dessa revisão dos conceitos ser realizada mais para o final do curso de Física, após os alunos terem cursado as disciplinas básicas. O enfoque das disciplinas propostas não é apresentar um dado conteúdo, isso o estudante deve ter visto anteriormente. O objetivo é como utilizar esse conhecimento para analisar situações físicas do cotidiano sem utilização de formalismo matemático e mostrar para os licenciandos a importância de um ensino de Física para o Ensino Médio mais conceitual, menos formal.

Ao longo desses 14 anos, ficou patente que os alunos têm dificuldades em algumas questões o que sinaliza falhas conceituais que já deviam ter sido superadas. Para entender melhor por que isso ocorre, apresentei uma proposta de estudo que tentará levantar os motivos dessas falhas e talvez sinalizar o que fazer para que os alunos possam superá-las. Essa proposta permitirá também avaliar se essas disciplinas estão ajudando os alunos a superar essas dificuldades conceituais.

Referências

- ARONS A. B. **Teaching Introductory Physics**. New York: John Wiley, 1997.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- HESTENES D., WELLS M. e SWACKHAMER G. Force Concept Inventory. **Physics Teacher**, vol. 30, n. 3, p. 141-151, 1992.
- HEWITT P.G. **Física Conceitual** 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MAZUR E. **Peer Instruction**. New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- MAZUR E. Ensinar é apenas ajudar a aprender, entrevista a C. FIOLEAIS e C. PESSOA. **Gazeta de Física**, vol. 26, n. 1, p.18, 2003.
- MCDERMOTT L. C. How we teach and how students learn – A mismatch? **American Journal of Physics**, vol. 61, n. 4, p. 295-298, 1993.
- MENDONÇA D.H., **A Resolução de Problemas Conceituais em Física: uma análise a partir da Teoria da Atividade**. Belo Horizonte: Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, UFMG, 2019.
- MOREIRA, J. G. Ensinando Física Conceitual – Uma experiência em um Curso de Licenciatura em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, e20190258, 2020.

O PRINCÍPIO DA INCERTEZA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE COM MÉTODOS QUANTITATIVOS INTERPRETATIVOS

THE UNCERTAINTY PRINCIPLE IN UNDERGRADUATE TEXTBOOKS: AN ANALYSIS WITH INTERPRETATIVE QUANTITATIVE METHODS

Miguel Rocha Bento¹, Nathan Willig Lima², Cláudio José de Holanda Cavalcanti³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Departamento de Física, miguel.r.bento@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Departamento de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, nathan.lima@ufrgs.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Departamento de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, claudio.cavalcanti@ufrgs.br

Resumo

O presente trabalho caracteriza a apresentação do Princípio da Incerteza em cinco livros didáticos do ensino superior, explicitando a relação das abordagens didáticas com elementos dos artigos seminais de Física Quântica. Discutem-se, também, as proximidades e diferenças das diversas abordagens didáticas. Para tanto, foi utilizado um método de análise interpretativa com métodos quantitativos, incluindo, mais especificamente, a análise logística de componente principal bivariada. Através da análise dos nossos resultados, foi possível identificar quais elementos históricos foram apagados em cada texto didático, bem como aproximar os livros contemporâneos pela importância que dão ao Princípio em sua estrutura composicional, pelo formalismo matemático adotado, pelo uso de experimentos mentais e pela discussão filosófica e conceitual. Nossa principal conclusão é que, nos casos estudados, a apresentação de uma discussão filosófica e conceitual mais ampla é anti-correlacionada ao uso de um formalismo matemático avançado, reforçando o abismo existente entre ciências humanas e exatas e a cultura do “shut up and calculate” da Física Quântica.

Palavras-chave: Livro Didático, Análise Quantitativa, Física Quântica.

Abstract

The present work characterizes the presentation of the Principle of Uncertainty in five undergraduate textbooks, explaining the relationship of didactic approaches with elements of the seminal articles of Quantum Physics. The proximities and differences of the diverse didactic approaches are also discussed. To do so, we used a method of interpretative analysis with quantitative methods, including, more specifically, the Logistic Principal component analysis. Through the analysis of our results, it was possible to identify which historical elements were erased in each text as well as to bring contemporary books closer together according

to the importance they attach to the Principle in their compositional structure, by the mathematical formalism adopted, by the use of mental experiments and by philosophical and conceptual discussion. Our main conclusion is that, in the studied cases, the presentation of a broader philosophical and conceptual discussion is anti-correlated to the use of an advanced mathematical formalism, reinforcing the existing gap between soft and hard sciences and the “shut up and calculate” culture of Quantum Physics.

Keywords: Textbooks, Quantitative Methods, Quantum Physics

Introdução

Pelo menos desde a publicação da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn (1996), o livro didático é reconhecido como um elemento importante da cultura científica. Reconhecendo a importância desse gênero discursivo, e sua natural participação no contexto pedagógico, muitas pesquisas da área de Ensino de Ciências e Física tomam o livro didático como um objeto de estudo (CASSAB; MARTINS, 2008; MARTINS, 2006). Em especial, podemos mencionar pesquisas que discutem a apresentação de tópicos de Física Quântica em livros do ensino superior (LIMA *et al.*, 2015, 2016; MARINELLI; PIETROCOLA, 2018) e em livros de ensino médio (KOPP; ALMEIDA, 2019; LIMA *et al.*, 2018; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017).

No contexto da Física Quântica, o Princípio da Incerteza desempenha um importante papel histórico (JAMMER, 1966), conceitual (GREENSTEIN & ZAJONE, 2006), sendo considerado um dos pilares da Interpretação de Copenhagen (HEISENBERG, 1958). O objetivo deste trabalho é investigar como cinco livros didáticos do ensino superior apresentam o Princípio da Incerteza, mapeando as semelhanças e diferenças entre as suas apresentações e avaliando suas relações com abordagens dos artigos seminais. Mais especificamente, ao longo do texto, responderemos as seguintes questões de pesquisa: a) quais são os métodos de derivação, as relações com outras teorias e conceitos e os formalismos matemáticos que podem ser associados ao Princípio da Incerteza nos artigos seminais? b) quais são os métodos de derivação, as relações com outras teorias e conceitos e os formalismos matemáticos que podem ser associados ao Princípio da Incerteza nos livros didáticos de ensino superior? c) Quais fatores aproximam e distanciam as apresentações dos livros didáticos entre si?

Referencial Teórico-Methodológico

O quadro teórico-metodológico deste trabalho é a Filosofia da Linguagem de Bakhtin (LIMA *et al.*, 2019). Mais especificamente foi adotada a concepção de método interpretativo de Bakhtin (2017), segundo a qual o processo investigativo consiste na associação de um enunciado específico (o objeto de estudos) com outros enunciados. Ademais, valemo-nos da proposta de integrar métodos quantitativos em uma pesquisa interpretativa (NASCIMENTO *et al.*, 2019)¹.

¹ Devido à limitação de espaço, não será possível explicar o quadro teórico-metodológico. O leitor interessado pode consultar os trabalhos citados.

Metodologia

Seguimos a metodologia de análise proposta por Lima *et al.* (2019) em associação com a possibilidade de introduzir métodos quantitativos na análise interpretativa, como já defendido na literatura (NASCIMENTO *et al.*, 2019; NASCIMENTO; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017). As etapas da pesquisa foram as seguintes: A) Identificação dos enunciados: foram selecionados cinco livros de Física Quântica utilizados em disciplinas de graduação em Física. Foram, então, identificados todos os textos do livro que faziam menção ao Princípio da Incerteza. Considerando os critérios de delimitação do enunciado, cada seção do livro que fala sobre o Princípio da Incerteza corresponde a um enunciado singular (LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017). B) Análise da responsividade: investigamos como os enunciados dos livros didáticos dialogam com os artigos originais, ou seja, como respondem aos textos científicos. Para tanto, seguimos a seguinte sequência de passos: 1) Estudamos o Princípio da Incerteza em obras historiográficas secundárias (GREENSTEIN; ZAJONC, 2006; JAMMER, 1966; LONGAIR, 2013). 2) A partir disso, estudamos obras historiográficas primárias, dando especial atenção ao artigo de 1927 no qual Heisenberg apresenta o Princípio da Incerteza pela primeira vez (HEISENBERG, 1983). Ao estudar essas obras, fizemos uma interpretação metalinguística (Lima *et al.*, 1927) – respondendo à primeira pergunta de pesquisa. Uma síntese de tal análise é apresentada na próxima seção. 3) A partir de elementos importantes encontrados nas obras primárias, foram criadas categorias de análise. Por exemplo, identificamos que o artigo de 1927 sofreu influência da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein. Investigamos, posteriormente, quais livros apresentavam essa influência de forma explícita. Todos os elementos que consideramos importantes de ser analisados foram listados em uma tabela e, então, investigamos se os livros os apresentavam ou não. C) Análise estilística: no presente trabalho, em especial, analisamos qual era o papel do Princípio da Incerteza na estrutura composicional do texto, isto é, se ele é um capítulo, uma seção, ou apenas aparece ao longo do texto sem destaque. Ademais, analisamos se o conceito é apresentado como forma de introdução à Física Quântica ou ao longo do texto. Tal análise discursiva permite averiguar a centralidade e o destaque que o Princípio da Incerteza recebe na estrutura do texto. D) Integração dos resultados: esta etapa corresponde ao que será apresentado na segunda subseção da seção de resultados. Uma vez que as associações entre os enunciados dos livros didáticos e os artigos originais foram mapeadas quantitativamente (conforme é possível ver na tabela 1), respondendo à segunda pergunta de pesquisa, foi possível sintetizar os resultados através de uma análise de componente principal logística, visualizada por meio de um biplot, o que nos permite responder a terceira questão de pesquisa.

Resultados

Os resultados estão subdivididos em duas subseções, a primeira sobre nossa análise dos artigos seminais e literatura especializada e o segundo sobre os livros didáticos.

A Articulação e Estabilização do Princípio da Incerteza²

Em 1927, disputavam dois programas de pesquisa: a Mecânica Matricial de Heisenberg e a Mecânica Ondulatória de Schrödinger. Embora a equivalência matemática entre os dois programas já estivesse sendo considerada, havia uma disputa intensa pela interpretação da teoria, visto que o primeiro programa baseava-se em noções como descontinuidade, partículas, saltos quânticos, enquanto o segundo tratava de sistemas contínuos, como ondas. O objetivo de Heisenberg (1967) era encerrar a discussão, apresentando a interpretação final da teoria.

Fortemente inspirado pela Teoria Especial da Relatividade, segundo a qual medidas de intervalos temporais e espaciais dependem da especificação dos relógios e réguas, Heisenberg propõe que todo parâmetro físico observável só pode ser entendido por meio de uma medição. Adotando experimentos mentais, como o famoso microscópio de raios gama (perspectiva mais tarde criticada), Heisenberg argumenta que o produto das incertezas no momento e na posição obedecem a uma certa expressão matemática. O autor ainda generaliza tal resultado para todos os observáveis conjugados, sem oferecer uma demonstração dessa generalidade. Apesar disso, faz uma demonstração matemática do Princípio da Incerteza utilizando o formalismo matemático da Teoria de Transformação de Jordan e Dirac, mostrando que, para um pacote gaussiano, o produto das incertezas na posição e momento é igual a $\Delta x \cdot \Delta p = \hbar/2$. Essa não é a notação de Heisenberg, e, de fato, ele não chegou à constante $\hbar/2$ apenas por um problema na definição sobre o que seria o erro. Além disso, o princípio foi expresso como uma igualdade e não desigualdade. Isso se deve ao fato de Heisenberg ter usado um pacote gaussiano, que corresponde, justamente, ao caso limite da expressão. Posteriormente, Bohr apontou vários problemas na linha de argumentação de Heisenberg, mostrando que ele não havia conseguido se livrar do problema da dualidade onda-partícula. A tentativa de Bohr de superar esses problemas daria origem ao Princípio da Complementaridade (JAMMER, 1966). Em 1928, Pierre Weyl generalizou o princípio para pacotes não-gaussianos (já usando o formalismo da mecânica

² A etapa de análise dos trabalhos originais, em diálogo com a literatura especializada, foi realizada em consonância com o que Bakhtin chama de processo de interpretação – ou seja, um método de pesquisa qualitativo (Lima *et al.*, 2019). Ao fazer a narrativa sobre o que encontram, os autores privilegiam determinados aspectos e silenciam outros, explicitam relações que dependem de suas perguntas de pesquisa e de seu “excesso de visão”. No presente trabalho, tal etapa foi necessária para criar categorias de análise, as quais foram, então, usadas para fazer uma interpretação dos livros didáticos. Esse processo é iminentemente qualitativo – relacionamos os livros didáticos com os artigos originais. Quando se quer analisar muitos enunciados, como no caso do presente trabalho, é útil, entretanto, se acrescentar uma etapa quantitativa (NASCIMENTO *et al.*, 2019; NASCIMENTO; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017). Os resultados de tal quantificação foram sintetizados na tabela 1. Então, pode-se usar os métodos de análise estatística. Os resultados são, novamente, interpretados à luz das etapas anteriores. Ou seja, só é possível interpretar os resultados quantitativos tendo em mente os resultados obtidos na interpretação bakhtiniana.

ondulatória e chegando em uma desigualdade) e, no ano seguinte, Robertson demonstrou o princípio para dois operadores quaisquer que não comutam.

Análise dos Livros Didáticos

Primeiramente, a partir do estudo dos artigos seminais e da literatura especializada, criaram-se categorias de análise sobre o formalismo matemático, a forma de derivação e outros aspectos relacionados ao Princípio da Incerteza. Além disso, analisamos o papel que a apresentação do Princípio desempenha na estrutura composicional do texto (Lima *et al.*, 2019). Os resultados foram, então, sintetizados na tabela 1. Com isso, pode-se diretamente ver quais elementos dos trabalhos originais estão ou não presentes nos livros didáticos bem como a centralidade do assunto na estrutura do texto. Apenas olhando para a tabela, não é possível identificar com clareza o que aproxima ou distancia os livros. Assim, para facilitar a interpretação dos resultados da tabela foi realizada uma Análise de Componente Principal Logística (LANDGRAF, 2015) – biplot³.

Tabela 1. Resultados obtidos com as categorias de análise. Fonte: os autores.

	Griffiths (2005)	Eisberg (1985)	Cohen (1991)	Messiah (1961)	Shankar (1994)	
Primeiro Capítulo	1	0	1	0	0	
Um Capítulo	0	0	0	1	1	
Uma seção	1	1	1	0	0	
Forma de Derivação	Analogia direta com onda clássica	1	1	1	0	
	Experimentos Mentais	0	1	1	1	1
	Pacote gaussiano com Transformada de Fourier	0	0	0	1	1
	Pacote Não-Gaussiano	0	0	1	1	0
Desigualdade de Schwarz	1	0	0	1	1	
Experimentos mentais	Microscópio de raios gama	0	1	0	1	1
	Experimento com fendas (ondulatório)	0	1	1	1	1
	Alusão a uma onda clássica	1	1	1	1	0
	Deflexão em um campo magnético	0	0	0	1	0
Colisão com fóton	0	0	0	1	0	
Formalismo Matemático	Semiclássico	1	1	1	1	1
	Função de Onda	0	0	1	1	1
	Brackets	1	0	1	1	1
Outros elementos	Faz alusão à relatividade	0	1	0	0	0
	Menciona o formalismo da Transformação	0	0	1	0	0
	Faz discussão filosófica	0	1	0	0	0
	Faz conexão com dualidade onda partícula	1	1	1	1	0
Faz conexão com complementaridade	0	1	1	0	0	

³ A Análise de Componente Principal (ACP) padrão é aplicada a dados contínuos, servindo basicamente para o que se chama redução de dimensão, ou seja, em vez de analisar um conjunto de dados observados em termos de todas as suas variáveis originais, é possível reduzir a novas variáveis que são combinações lineares das variáveis originais, chamadas componentes principais, preservando as principais informações dos dados originais no menor número de dimensões (componentes principais) possível. A Análise de Componente Principal Logística (ACPL) é uma reformulação da ACP que pode ser usada quando os dados são binários, tais como os da tabela 1. O biplot é a visualização obtida pela ACPL (ou ACP) que permite projetar, em geral em um plano, os dados originais, multidimensionais. Por exemplo, os dados da tabela 1 possuem cinco dimensões (os livros), tendo sido projetados em duas no biplot da figura 1. A qualidade da visualização bidimensional é boa, uma vez que reteve 91,19 por cento da variância original dos dados.

A partir da figura 1, podemos fazer a seguinte análise: considerando apenas os aspectos estudados, pode-se dizer que os livros de Cohen e Griffiths são mais semelhantes entre si, e distinguem-se mais do livro de Shankar (estão mais próximos no mapa, no quadrante oposto ao qual Shankar está). Pelo mesmo motivo as abordagens de Messiah e Eisberg são também as mais distintas entre si. As setas mostram os atributos (linhas da tabela 1) que mais aproximam (similaridade) ou afastam (dissimilaridade) os livros. O que aproxima Cohen e Griffiths é o fato de tratarem o assunto já no primeiro capítulo do livro, fazendo uma analogia com a onda clássica (esses dois elementos também estão correlacionados entre si, pois as respectivas setas fazem entre si ângulo menor do que 90 graus), enquanto que Shankar é diferenciado dos demais pelo fato de trabalhar experimentos mentais e, principalmente, o experimento do microscópio de raios gama. Por outro lado, a abordagem de Messiah é fortemente associada à desigualdade de Schwarz, uso de brackets e discussão sobre experimentos, enquanto Eisberg se diferencia por fazer uma discussão filosófica e apresentar a influência da Teoria da Relatividade Restrita e sua relação com a Complementaridade.

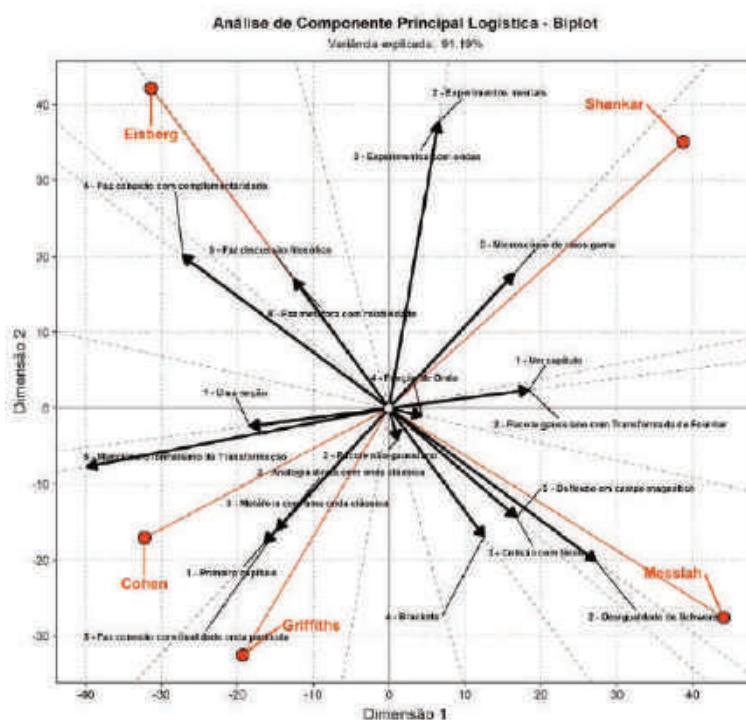


Figura 1. Análise de Componente Principal dos cinco livros (dados da tabela 1).
 Fonte: os autores.

Considerações Finais

No presente trabalho, discutimos a apresentação do Princípio da Incerteza em cinco livros didáticos do ensino superior. A partir do estudo de trabalhos originais

e da literatura especializada, criamos categorias de análise que foram utilizadas, então, para analisar os livros, verificando quais elementos dos trabalhos originais estavam presentes nos livros didáticos. A partir dos resultados obtidos, fez-se uma análise de componente principal, o que nos permitiu verificar quais livros eram semelhantes e diferentes entre si. Por fim, é possível interpretar, a partir da análise, que o livro que trata aspectos filosóficos é anticorrelacionado ao uso de formalismo matemático mais avançado (seta com atributo *faz discussão filosófica* está em direção oposta à seta que representa o atributo *brackets*), o que parece um efeito da dicotomia entre ciências humanas e exatas, característica do nosso tempo. Assim, o presente trabalho contribui para a área de Pesquisa em Ensino de Física de duas formas. Primeiramente, o trabalho mostra a potencialidade de introduzir métodos quantitativos em uma interpretação qualitativa, viabilizando a análise de aspectos sutis de textos didáticos. Em segundo lugar, nossos resultados indicam a persistência da dicotomia formalismo matemático *versus* filosofia, característica de pedagogias positivistas. Entendemos, nesse sentido, que o trabalho corrobora a percepção de que é necessária uma virada didática no ensino de Física Quântica.

Referências

- BAKHTIN, Mikhail. *Notas sobre literatura, cultura e ciências humanas*. São Paulo: Editora 34, 2017.
- CASSAB, Mariana; MARTINS, Isabel. Significações de professores de ciências a respeito do livro didático. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 10, p. 1–24, 2008.
- COHEN-TANNOUJJI, Claude; DIU, Bernard; LALOË, Franck. *Quantum Mechanics*. New York: Wiley, 1991.
- EISBERG, R; RESNICK, R. *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles*. New York: John Wiley and Sons, 1985.
- GREENSTEIN, G; ZAJONC, A G. *The Quantum Challenge – Modern Research on the Foundation of Quantum Mechanics*. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers, 2006.
- GRIFFITHS, David J. *Introduction to Quantum Mechanics*. 2. ed. London: Pearson, 2005.
- HEISENBERG, Werner. *Physics and Philosophy*. London: Penguin, 1958.
- HEISENBERG, Werner. Quantum-Theoretical Re-Interpretation of Kinematic and Mechanical Relations. *Sources of Quantum Mechanics*. New York: Dover Publications, 1967.
- HEISENBERG, Werner. The Quantum Content of Kinematics and Mechanics. *Quantum Theory and Measurement*. Princeton: Princeton University Press, 1983.
- JAMMER, Max. *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1966.
- KOPP, Felipe Augusto; ALMEIDA, Voltaire De. Analogias e metáforas no ensino de Física Moderna apresentadas nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 1, p. 69–98, 2019.

KUHN, Thomas. *The structure of Scientific Revolutions*. Terceira ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

LANDGRAF, A. J. *Generalized Principal Component Analysis: dimensionality reduction through the projection of natural parameters*. (2015). 116 f. Tese (PhD), The Ohio State University, 2015.

LIMA, Nathan Willig *et al.* A História do Fóton em Livros de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 1953–1957, 2015.

LIMA, Nathan Willig *et al.* A Teoria do Enunciado Concreto e a Interpretação Metalinguística: Bases Filosóficas, Reflexões Metodológicas e Aplicações para os Estudos das Ciências e para a Pesquisa em Educação em Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 3, p. 258–281, 2019.

LIMA, Nathan Willig *et al.* Um Estudo Metalinguístico sobre as Interpretações do Fóton nos Livros Didáticos de Física Aprovados no PNLDEM 2015: Elementos para uma Sociologia Simétrica da Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 1, p. 331–364, 2018.

LIMA, Nathan Willig *et al.* Uma Análise Bakhtiniana dos Enunciados sobre o Efeito Fotoelétrico em Livros Didáticos do Ensino Superior. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 1947–1951, 2016.

LIMA, Nathan Willig; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio José de Holanda. Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, p. 435–459, 2017.

LONGAIR, Malcolm. *Quantum Concepts in Physics: An Alternative Approach to the Understanding of Quantum Mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

MARINELLI, Fábio; PIETROCOLA, Maurício. Uma Análise sobre a Realidade das Entidades Científicas em um Livro do Ensino Superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 3, 2018.

MARTINS, Isabel. Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. *Proposições*, v. 1, n. 49, p. 117–136, 2006.

MESSIAH, Albert. *Quantum Mechanics - Volume 1*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1961.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro *et al.* Métodos Quantitativos Interpretativos na Educação em Ciências: Abordagens para Análise Multivariada de Dados. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, n. 0 SE-Artigos, 26 dez. 2019.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio. Análises multidimensional e Bakhtiniana do discurso de trabalhos de conclusão desenvolvidos no âmbito de um mestrado profissional em ensino de Física. *Ciência & Educação (Bauru)*

SHANKAR, R. *Principles of Quantum Mechanics*. New York: Plenum Press, 1994.

CENÁRIO DA METACOGNIÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NO PERÍODO DE 2008-2018

METACOGNITION SCENARIO IN PHYSICS TEACHING IN THE PERIOD 2008-2018

Andréia Spessatto De Maman¹, Marli Teresinha Quartieri², Italo Gabriel Neide³

¹Univates/andreiah2o@univates.br

²Univates/mtquartieri@univates.br

³Univates/italo.neide@univates.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar o estado do conhecimento sobre o tema metacognição associado a atividades experimentais e recursos tecnológicos aplicados ao Ensino de Física. A pesquisa foi realizada em três bancos de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Portal de Periódicos da Capes e base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC) para a delimitação temporal de 2008-2018. A seleção dos trabalhos ocorreu por meio da leitura do título e do resumo. Foram selecionados dez trabalhos, os quais se alinham por apresentarem discussões sobre a metacognição, oito trabalhos trazem o Ensino Médio como público alvo e as abordagens são diversas, aparecendo a ênfase nas atividades experimentais com três trabalhos. Destaca-se que não foram encontrados trabalhos que envolvem metacognição, atividades experimentais e recursos tecnológicos para o Ensino de Física no Ensino Superior, o que indica que pode ser um campo propício ao desenvolvimento e aplicação de trabalhos para futuramente serem pesquisados.

Palavras-chave: Metacognição, atividades experimentais, recursos tecnológicos

Abstract

This work aims to present the state of knowledge on the subject of metacognition associated with experimental activities and technological resources applied to Physics Teaching. The research was carried out in three databases: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Portal de Periódicos da Capes and Education Resources Information Center (ERIC) for the 2008-2018 time delimitation. The selection of works was done by reading the title and the abstract. Ten papers were selected, which are aligned for presenting discussions about metacognition, eight papers bring high school as a target audience and the approaches are diverse, with emphasis on experimental activities with three papers. It is noteworthy that no studies were found involving metacognition, experimental activities and technological resources for the Teaching of Physics in Higher Education, which indicates that it may be a propitious field for the development and application of works to be further researched.

Keywords: Metacognition, experimental activities, technological resources

Introdução

Este trabalho tem como objetivo apresentar o estado do conhecimento envolvendo o tema Metacognição vinculado a atividades experimentais e recursos tecnológicos aplicados ao ensino de Física no Ensino Superior. Entende-se como “estado do conhecimento” um recorte que se mostra válido por mapear e discutir certa produção acadêmica, visando a abordar “apenas um setor das publicações sobre o tema estudado” (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 40). Portanto, as informações aqui apresentadas são fruto de pesquisa em três bancos de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Portal de Periódicos da Capes e base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC). A escolha pelo tema, deve-se ao fato dos pesquisadores estudarem a metacognição e seu envolvimento com a experimentação e os recursos tecnológicos, e também por acreditarem que as estratégias metacognitivas têm potencial para a melhoria da compreensão dos conceitos que envolvem a Física. Para Rosa (2011), às estratégias metacognitivas representam processos mentais que buscam capacitar os estudantes a identificar seus conhecimentos e a controlar suas ações para obterem maior êxito na tarefa que estão realizando, avaliando-se e autorregulando-se durante todo o processo.

Caminhos da pesquisa e resultados

A escolha pelo banco de dados BDTD deve-se ao fato de tentar identificar se há teses ou dissertações que versam sobre esses temas. Já o Portal de Periódicos da Capes apresenta artigos de qualidade em publicação; e a base de dados ERIC, por ser considerada uma das mais completas e a mais antiga base de dados com viés para o campo da investigação em educação. Além disso, ela engloba o periódico *Metacognition Learning*, considerado o mais especializado periódico sobre processos metacognitivos.

As expressões digitadas para todas pesquisas foram: metacognição, atividades experimentais, atividades computacionais, recursos tecnológicos, ensino de Física e ensino superior nas línguas português, espanhol e inglês para a delimitação temporal de 2008-2018. A seleção dos trabalhos de interesse ocorreu por meio da leitura do título e do resumo.

No banco de dados BDTD, uma pesquisa inicial apontou 427 trabalhos entre teses e dissertações que envolviam pelo menos duas das expressões digitadas, por exemplo: “metacognição; atividades experimentais”. Desses 427 trabalhos, 17 foram selecionados pela análise do título. Posteriormente, pela leitura do resumo e do texto completo, restaram apenas oito, dos quais dois apenas, que são apresentados neste trabalho, referem-se a metacognição no ensino de Física os outros 6 trazem experiências com uso de atividades experimentais, ou computacionais ou com uma certa interação entre as atividades experimentais e as computacionais.

Quadro 1 – Trabalhos selecionados da BDTD

Classificação	Título	Autores	Tese ou Dissertação	Ano de Publicação	Público Alvo
---------------	--------	---------	---------------------	-------------------	--------------

A ₁	Percepções e reflexões de estudantes de ensino médio no processo metacognitivo da aprendizagem em física	Nancy Nazareth Gatzke Corrêa	dissertação	2017	Ensino Médio
A ₂	A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física	Cleci Teresinha Werner Rosa	tese	2011	Ensino Médio

Fonte: Dos autores (2019).

Apresenta-se no Quadro 1, apenas dois trabalhos, uma dissertação (A₁) de 2017 e uma tese (A₂) de 2011, versam sobre metacognição no ensino de Física. Ambos os trabalhos têm como público alvo estudantes do Ensino Médio. A dissertação de Corrêa (2017) apresenta como tema percepções e reflexões dos estudantes para além das percepções epistêmicas, tentando captar o sentir e o valorar no processo metacognitivo da aprendizagem em física. Sua questão de pesquisa é: Quais percepções e reflexões metacognitivas podem ser evidenciadas na aprendizagem de Física, pelos estudantes de Ensino Médio, e como isso poderia ser analisado por meio das relações com o saber? Por meio de entrevistas narrativas, reflexivas e coletivas foram entrevistadas seis turmas de estudantes do Ensino Médio para que narrassem como percebem que aprendem um conteúdo de Física. Esse questionamento foi feito em diferentes momentos da pesquisa, que ao final concluiu-se com nove participantes. Como resultados, a autora afirma que o saber, o sentir e o valorar estão atrelados ao processo de autorregulação que envolve o planejamento das ações voltadas para a aprendizagem, seu monitoramento e avaliação, que é realimentado pelas emoções e reflexões que emergem do contato com o outro e com o mundo.

A tese (A₂) investiga a possibilidade de inserir momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais afim de qualificar sua aprendizagem (ROSA, 2011). Tem como principal objetivo estudar a viabilidade de uma proposta didático-metodológica para as atividades experimentais em Física que explicita momentos de evocação do pensamento metacognitivo. São desenvolvidas e aplicadas atividades experimentais metacognitivas com quatro turmas de estudantes do Ensino Médio. Como resultados destaca que a evocação do pensamento metacognitivo aconteceu no modelo aplicado e que isso representa uma alternativa para potencializar as atividades experimentais mais significativas no ensino de Física.

No Portal de periódicos da Capes, foram encontrados 171 artigos pelas palavras pesquisadas, também utilizando as três línguas: português, espanhol e inglês. Novamente uma primeira triagem foi realizada pela leitura do título, restando 19 artigos que foram lidos na íntegra e selecionados seis, que estão mais alinhados a esta pesquisa e que são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Artigos selecionados do Portal de Periódico da Capes

Classificação	Título	Autores	Revista	Ano de Publicação	Público Alvo
B ₁	Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as	Cleci T. Werner da Rosa e José de Pinho Alves	Ciência e Educação	2014	Ensino Médio

	atividades experimentais em física	Filho			
B ₂	Metacognição e as atividades experimentais em física: aproximações teóricas	Cleci T. Werner da Rosa e José de Pinho Alves Filho	Ensaio	2013	Ensino Médio
B ₃	Instrumento para avaliação do uso de estratégias metacognitivas nas atividades experimentais de Física	Cleci T. Werner da Rosa	Thema	2017	Ensino Médio
B ₄	Perfil metacognitivo (parte II): aplicação de instrumento de análise	Nancy Nazareth Gatzke Corrêa, Marinez Meneghello Passos e Sérgio de Mello Arruda	Investigações em Ensino de Ciências	2018	Ensino Médio
B ₅	Monitoramento e Controle Metacognitivo na Resolução de Problemas em Física: Análise de um estudo comparativo	Cleci T. Werner da Rosa e Caroline Maria Ghiggi	Alexandria	2017	Ensino Médio
B ₆	Metacognição e as relações com o saber	Nancy Nazareth Gatzke Corrêa, Marinez Meneghello Passos e Sergio de Mello Arruda	Ciência e Educação	2018	Ensino Médio

Fonte: Dos autores (2019).

O período compreendido dos trabalhos selecionados ficou entre os anos de 2013 e 2018, embora o filtro tenha sido entre 2008 e 2018. Chama a atenção que, dos seis artigos selecionados, todos têm como público alvo estudantes do Ensino Médio. Destaca-se ainda que, dos seis selecionados, quatro pertencem a uma mesma autora com diferentes colaboradores. Entre os trabalhos, três deles (B₁, B₂, B₃) trazem a temática da metacognição e as atividades experimentais. No artigo B₁, investiga-se a possibilidade de inserir momentos, durante o desenvolvimento de atividades experimentais, que os estudantes externalizem seu pensamento metacognitivo. Isso é realizado por meio de questionários. Os resultados apontam que o modelo se mostra pertinente, considerando que explicitar o pensamento metacognitivo pode ser uma alternativa para a aprendizagem em Física. No artigo B₂, o objetivo é o de estabelecer o conceito de metacognição e seus elementos, possíveis de serem potencializados nas atividades experimentais desenvolvidas na disciplina de Física no Ensino Médio. Aponta que os seis elementos metacognitivos, pelo olhar de Flavell (1979) e Brown (1978), (pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoramento e avaliação), se fazem presentes nas atividades experimentais e devem ser entendidos como termos para o estabelecimento de uma cultura de evocação do pensamento metacognitivo. E em B₃ é apresentada uma ficha de observação como um instrumento para possibilitar a identificação do uso do pensamento metacognitivo por estudantes durante as aulas de Física. O estudo relata resultados promissores, mostrando que a utilização do pensamento

metacognitivo pode ser incentivada pelo professor na medida em que ele explicita em suas ações didáticas esse tipo de pensamento.

Os trabalhos B₄ e B₆ trazem como foco principal a metacognição: B₄ traça o perfil metacognitivo de sete estudantes do Ensino Médio por meio das percepções e das reflexões que compõem o processo metacognitivo do grupo estudado. A coleta de dados foi realizada por meio de uma entrevista coletiva, que, pelos relatos, foi possível verificar que os estudantes do grupo entrevistado possuem uma percepção singular de como se relacionam com o processo do aprender e sobre as estratégias que utilizam para que o processo aconteça. Já em B₆ são apresentados os resultados de uma investigação que analisou os processos metacognitivos de estudantes de Física do Ensino Médio por meio das relações com o saber. As percepções dos estudantes sobre seu processo da aprendizagem foram analisadas com base em três categorias metacognitivas: epistêmicas, pessoais e sociais. Demonstrando que o saber, o sentir e o valorar estão relacionados ao processo metacognitivo e que o planejamento das ações voltadas para a aprendizagem, seu monitoramento e avaliação, é realimentado pelas emoções e reflexões dos estudantes, as quais emergem do contato com o outro e com o mundo.

O trabalho B₅ traz a metacognição aliada à resolução de problemas. O trabalho investiga a resolução de problemas do tipo papel e lápis, em que os alunos precisam reelaborar o enunciado do problema por meio de um desenho em termos de que esse favorecesse aos estudantes a tomada de consciência sobre seus conhecimentos, sua monitoração e controle das ações.

Na base de dados ERIC, inicialmente foram 144 trabalhos encontrados pela análise do título, restaram 13 para a leitura do texto completo. Após a leitura, apenas dois foram selecionados, os quais são apresentados a seguir no Quadro 3.

Quadro 3 – Artigos selecionados do Portal ERIC

Classificação	Título (Inglês)	Título (Português)	Autores	Ano de publicação	Público alvo
C ₁	Metacognition: An Effective Tool to Promote Success in College Science Learning	Metacognição: uma ferramenta eficaz para promover o sucesso na aprendizagem da faculdade de Ciências	Ningfeng Zhao, Jeffrey G. Wardeska, Sandra Y. McGuire e Elzbieta Cook	2014	Graduandos em química
C ₂	The Use of Metacognitive Knowledge Patterns to Compose Physics Higher Order Thinking Problems	O uso de padrões de conhecimento metacognitivos para compor problemas de pensamento de ordem superior de Física	Helmi Abdullah, Jasruddin D. Malago, Patta Bundu e Syamsul Bachri Thalib	2013	-

Fonte: Dos autores (2019).

Dos trabalhos selecionados, ambos trazem a metacognição como tema principal, porém com diferentes olhares. O artigo C₁, apresenta como a metacognição foi introduzida nas aulas de um Curso Superior para estudantes graduandos em Química. O objetivo foi o de instruir professores de como incorporar

a metacognição nas aulas de ciências da faculdade e a melhorar a aprendizagem cognitiva e afetiva dos alunos. Resultados apresentam melhoria da aprendizagem dos estudantes demonstrando que a metacognição conduz a uma aprendizagem mais profunda e duradoura e que a implementação dessa estratégia contribui para o aumento da aprendizagem não apenas em Química, mas também em outros cursos e currículos.

O artigo C₂ investigou uma orientação técnica simples para produzir problemas de Física adequados para ajudar os alunos a melhorar suas habilidades de pensamento de ordem superior. A orientação é chamada de padrão de conhecimento metacognitivo. Este estudo desenvolveu com sucesso três padrões de conhecimento que podem ser usados para compor problemas físicos de pensamento de ordem superior, ou seja, padrões triangulares, retangulares e hexagonais.

Em estudo recente, Rosa e Villagrà (2018) mapearam na base ERIC pesquisas que descrevem intervenções didáticas em Física guiadas pela metacognição, identificando um número maior de pesquisas que envolvem a resolução de problemas com ênfase no uso de questionários como forma de avaliar as intervenções quanto ao pensamento metacognitivo. Esse estudo revelou que as pesquisas têm aumentado nos últimos anos, o que evidencia que a metacognição vinculada aos processos de ensino e de aprendizagem em Ciências tem tido reconhecimento pela comunidade científica. Porém, esse aumento não representa um número expressivo e remete que ainda há poucos trabalhos que envolvem intervenções didáticas na área da Física associados à metacognição, o que demonstra uma carência nessa perspectiva que ainda é pouco explorada (ZOHAR; BARZILAI, 2013)

Considerações

Embora este estudo tenha se limitado a três bases de dados pode-se fazer alguns apontamentos a partir da análise realizada. Um deles é que o tema metacognição no Ensino de Física com uso de atividades experimentais e computacionais aplicado no ensino superior não foi encontrado. Foram identificados apenas alguns trabalhos (ROSA, 2011; ROSA, C. T. W. da; ALVES FILHO, J. F, 2013; ROSA, C. T. W. da; ALVES FILHO, J. F, 2014; ROSA, 2017) que dão ênfase na metacognição com o uso de atividades experimentais, porém não articulam com atividades computacionais. Os trabalhos aqui apresentados se alinham a pesquisa por alguns aspectos, como atividades experimentais, ou ensino de Física, ou ensino superior na área de Ciências, sempre considerando a metacognição como a principal palavra-chave de pesquisa. Outro apontamento é de que dos dez trabalhos apresentados, oito tem como público alvo o Ensino Médio, o que aponta uma carência de experiências com uso de metacognição no Ensino Superior. Além disso, em dois dos bancos de dados, BDTD e Capes, os trabalhos se dividem entre duas autoras e colaboradores, o que aponta poucos pesquisadores estudando metacognição para a área de Ensino de Física. Quando se expande para a base ERIC são encontrados trabalhos com experiência na graduação, porém para um olhar mais amplo da ciência, não especificando o Ensino de Física.

Este estado do conhecimento ainda pode ser ampliado para outras bases de dados por isso, acredita-se na possibilidade de serem encontrados outros trabalhos que versem sobre o tema metacognição no ensino de Física. Até o momento o que

pode-se afirmar é que o tema metacognição aliado ao uso de atividades experimentais e recursos tecnológicos na área de Física no Ensino Superior não foi encontrado nas bases consultadas, o que para os pesquisadores indica que pode ser um campo propício ao desenvolvimento e aplicação de trabalhos para futuramente serem pesquisados.

Referências

- ABDULLAH, H.; MALAGO, J. D.; BUNDU, P.; THALIB, S. B. The Use of Metacognitive Knowledge Patterns to Compose Physics Higher Order Thinking Problems. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, Asia, v.14, Issue 2, Article 9, p.1. Dec., 2013. Disponível em: https://www.eduhk.hk/apfslt/v14_issue2/helmi/index.htm. Acesso em: 10 jun. 2019.
- BROWN, A. L. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: GLASER, R. (ed.). **Advances in instructional psychology**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1978. v. 1. p. 77-165. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED146562.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2019.
- COELHO, S. M.; RODRIGUES, C. R.; GHISOLFI, E. S.; REGO, F. A. Um exemplo prático de atividades metacognitivas aplicadas na formação de professores de física com base na pesquisa didática. **Cadernos Brasileiros de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 29, n. 3, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1108>. Acesso em: 3 jan. 2019.
- CORRÊA, N. N. G. **Percepções e reflexões de estudantes de Ensino Médio no processo metacognitivo da aprendizagem em Física**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1108>. Acesso em: 3 jan. 2019.
- CORRÊA, N. N. G.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Perfil metacognitivo (parte II): aplicação de instrumento de análise. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 23, n. 1, p.176-191, 2018. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/768/pdf>. Acesso em: 6 jan. 2019.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ee65/2f0f63ed5b0cfe0af4cb4ea76b2ecf790c8d.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2019.
- MCINTYRE, D. Bridging the gap between research and practice. **Cambridge Journal of Education**, Cambridge, UK, v. 35, n. 3, p. 357-382, 2005. <http://doi.org/10.1080/03057640500319065>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03057640500319065?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte”. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, PR, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/24176>. Acesso em: 23 jan. 2019.

ROSA, C. T. W. da. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95261>. Acesso em: 15 jun. 2018.

ROSA, C. T. W. da. Instrumento para avaliação do uso de estratégias metacognitivas nas atividades experimentais de Física. **Revista Thema**, Pelotas, RS, v.14, n. 2, p. 182-193, 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.182-193.490>. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/490>. Acesso em: 8 abr. 2019

ROSA, C. T. W. da; ALVES FILHO, J. F. Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 20, n. 1, p. 61-81, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132014000100005. Acesso em: 18 nov. 2019.

ROSA, C. T. W. da; ALVES FILHO, J. P. Metacognição e as atividades experimentais em física: aproximações teóricas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 15, n. 1, p. 95-111, jan./abr. 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172014150107>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172013000100095. Acesso em: 12 jul. 2019.

ROSA, C. T. W. da; VILLAGRÁ, J. A. M. Contribuições para a qualificação de professores de Física em formação inicial: Impactos sobre o uso de estratégias metacognitivas na resolução de problema. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, Espanha, v. 77, n. 1, p. 75-96, jun. 2018. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/issue/view/276>. Acesso em: 12 jul. 2019.

ROSA, C. T. W. da; GHIGGI, C. M. Monitoramento e controle metacognitivo na resolução de problemas em Física: Análise de um estudo comparativo. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, SC, v. 10, n. 2, p.105-125, nov. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n2p105>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n2p105>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SILVA, A. M. **O vídeo como recurso didático no ensino de matemática**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011. Disponível em: https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/Diss_051.pdf. Acesso em: 12 jun. 2019.

ZOHAR, A.; BARZILAI, S. A review of on metacognition in Science education: current and future directions. **Studies in Science Education**, v. 49, n. 2, p.121-169, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261>. Disponível em: <file:///C:/Users/Andr%C3%A9ia/Downloads/ZoharBarzilai2013-Areviewofresearchonmetacognitioninscienceeducation.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2019.

VÍDEO PARA ENSINAR OS POSTULADOS DA RELATIVIDADE RESTRITA NA SALA DE AULA A PARTIR DO INTERFERÔMETRO DE MICHELSON.

VIDEO TO TEACH THE POSTULATES OF RESTRICTED RELATIVITY IN THE CLASSROOM FROM MICHELSON'S INTERFEROMETER.

Solano Pereira Pinto¹, Wagner Franklin Balthazar²

¹Instituto Federal do Rio de Janeiro, pereirasolano42@gmail.com

² Instituto Federal do Rio de Janeiro, wagner.balthazar@ifrj.edu.br

Resumo

Neste trabalho, apresentaremos um vídeo e seu roteiro com os principais resultados experimentais encontrados por Albert Michelson, no final do século XIX, na busca pelo éter luminífero. Também apresentaremos uma das consequências de sua pesquisa com o interferômetro, as transformações de Lorentz. O vídeo é parte de um projeto que visa uma Sequência de Ensino por Investigação para ensinar Teoria da Relatividade Restrita no Ensino Médio a partir dos trabalhos de Albert Michelson.

Palavras-chave: Interferômetro de Michelson, Teoria da Relatividade Restrita, Ensino por Investigação.

Abstract

In this work, a video and its script with the main experimental results found out Albert Michelson, at the end of the 19th century, in his search for luminiferous ether. We also present one of the consequences of his research with the interferometer, the Lorentz transformations. The video is part of a project that aims at a Inquiry-based learning to teach Theory of Special Relativity in High School based on the works of Albert Michelson.

Keywords: Michelson interferometer, Theory of Special Relativity, Inquiry-based learning.

Introdução

No século XIX o éter tinha um papel fundamental na física, pois era o meio no qual as ondas eletromagnéticas se propagavam. A busca pelo éter foi um dos grandes empreendimentos experimentais da história da ciência e ficou personificada através do trabalho de Albert Michelson (MICHELSON, 1881; MICHELSON e MORLEY 1886,1887). Além da busca pelo éter, o trabalho envolve um dos aparatos experimentais que mais contribuíram para física experimental, o interferômetro de Michelson. Outra consequência desse trabalho foram as transformações de Lorentz, que modelam a alteração do comprimento em um dos braços do interferômetro (LORENTZ, 1904). Albert Einstein, em 1905, utiliza as transformações de Lorentz, para resolver o problema das equações de Maxwell, que não são invariantes mediante uma transformação de Galileu, mas são mediante uma transformação de Lorentz.

Apesar de alguns defenderem que Einstein nunca leu os trabalhos de Michelson (HOLTON, 1969), existem evidências que ele já conhecia o trabalho de Michelson desde 1899 (VAN DONGEN, 2009).

De fato, podemos considerar que existe no mínimo uma ligação muito forte entre os trabalhos de Michelson e Einstein, as transformações de Lorentz. Ele explicou o que estava acontecendo pensando numa propriedade misteriosa do recém descoberto elétron, que seria responsável pela contração do tamanho de um dos braços do interferômetro que movia através do éter, na mesma direção da velocidade da Terra (LORENTZ, 1904). Daí surgiu o conhecido fator de Lorentz, $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$.

No que se refere ao ensino, Ribeiro e Balthazar (2018) realizaram uma pesquisa onde estudaram 7 artigos publicados por Michelson com objetivo de entender o motivo pelo qual Michelson procurou pelo éter por um período de 41 anos, afirmando ter encontrado evidências experimentais de sua existência 1925. Essa pesquisa também foi utilizada para avaliar as informações históricas presentes nos livros didáticos, uma vez que muitos procuram utilizar o interferômetro de Michelson para introduzir a teoria da relatividade. Esse é um caminho natural se considerarmos a importância da discussão sobre o éter, no contexto do interferômetro, para os postulados da relatividade: 1º) as leis da Física são as mesmas em todos os sistemas referenciais inerciais. Isso implica na não existência de um referencial absoluto; 2º) A velocidade da luz no vácuo, c , é a mesma para todos os referenciais inerciais. Para o primeiro postulado, Einstein assume que era possível fazer uma teoria sem o éter. Para o segundo, é possível pensar como uma consequência do próprio resultado encontrado por Michelson, uma vez que seu experimento não mostra a diferença de fase esperada devido a diferença da velocidade da luz em cada braço do interferômetro. Assim, a velocidade da luz c era uma invariante para o experimento (LIMA e SASSE, 2017).

Nessa perspectiva, apresentaremos nesse trabalho um roteiro de vídeo que é parte de um projeto para ensinar a Teoria da Relatividade Restrita a partir do interferômetro de Michelson, na perspectiva do ensino por investigação. O roteiro do vídeo proposto nesse trabalho é um recorte dessa atividade investigativa e foi desenvolvido em 4 cenas: **1** - O que é o interferômetro de Michelson? **2** - Quais resultados eles esperavam encontrar? **3** - Quais são os resultados experimentais que eles encontraram? **4** - Como explicar o que estava acontecendo?

Dos ponto vista metodológico, a composição das cenas do vídeo foi realizada com base em dois aspectos: o primeiro histórico e o segundo com vistas a proporcionar uma atividade investigativa. Com relação ao primeiro, utilizamos pesquisa histórica, restrita a sete trabalhos realizados por Albert Michelson em sua busca pelo éter luminífero (RIBEIRO e BALTHAZAR, 2018; RIBEIRO, 2018). Nesse sentido, buscamos utilizar a própria motivação original dos trabalhos de Michelson, bem como de suas consequências, para definir as cenas que compõe o vídeo.

Com relação ao segundo aspecto, devemos observar: a importância da determinação do problema; passagem da ação manipulativa à intelectual; a tomada de consciência dos atos do processo de resolução; explicação científica do problema (CARVALHO, 2011). Visando a atividade investigativa, a primeira cena é proposta para permitir a contextualização do problema e, conseqüentemente, sua determinação. A cena 2 e 3 são propostas para permitir a comparação entre as possíveis explicações

dadas pelos estudantes para pergunta sobre o que era esperado e o que de fato eles encontraram. A cena 4 tem por objetivo parte da explicação científica do problema.

Nesse cenário, buscamos mais que uma nova maneira de discutir o tema em sala de aula, mas o engajamento dos alunos sobre o saber e fazer ciência. Por isso, as referências históricas são tão importantes nesse trabalho, uma vez que perguntas que norteiam as discussões e suas descobertas em uma determinada época são a base para propormos as perguntas que nortearão a atividade em sala de aula.

É importante reforçar que o vídeo aqui apresentado é apenas um recorte do projeto. Numa perspectiva mais geral, a etapa primeira etapa do projeto visa uma série de atividades para entender o que motiva a busca por evidências do éter luminífero. A segunda etapa envolve produzir animações em vídeo que permitam aos alunos a interação com o experimento. A terceira e última atividade tem por objetivo avaliar as consequências do experimento, postulados da relatividade, dilatação do tempo e a contração do espaço. As etapas compõe uma sequência de ensino por investigação.

Acreditamos que este tema bem explorado em sala de aula pode enriquecer muito a concepção que o aluno tem da ciência e da própria forma como ela é construída.

Roteiro do vídeo

Cena 1: O que é o interferômetro de Michelson?

Nessa cena, o objetivo é apresentar o interferômetro e seu funcionamento. Para isso, apresentamos todos os componentes necessários para realização do experimento, bem como a divisão dos feixes e os padrões de interferência conforme mostra a Figura 1.

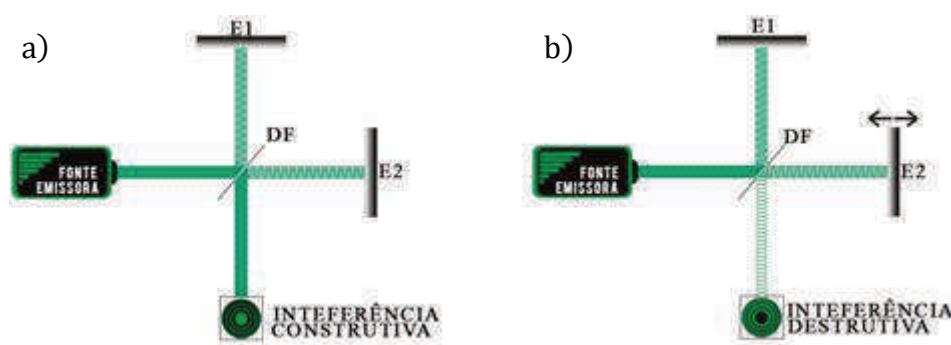


Figura 1-Interferômetro de Michelson. a) os braços tem o mesmo comprimento e geram um padrão de interferência construtiva. b) os braços tem comprimentos diferente geram padrão de interferência destrutiva.

Se considerarmos um interferômetro com dois braços iguais, $L_1 = L_2$, teremos uma interferência construtiva, Figura 1A. Caso os braços tenham tamanhos diferentes, um exemplo específico, $\Delta L = L_1 - L_2 = \lambda/2$, teremos um padrão de interferência destrutiva, Figura 1B. No vídeo mostramos como a interferência destrutiva aparece devido a uma diferença de fase, que é colocada movimentando o espelho E2.

Cena 2: O que eles esperavam encontrar?

Nessa cena, o objetivo é mostrarmos o que eles esperavam encontrar com o experimento. Se tomarmos como referência o interferômetro configurado para interferência construtiva, a expectativa era encontrar um padrão de interferência diferente quando um dos braços do interferômetro se movimentasse na mesma direção da velocidade da Terra em relação ao Éter. Um esquema com partes do vídeo está representado na Figura 2.

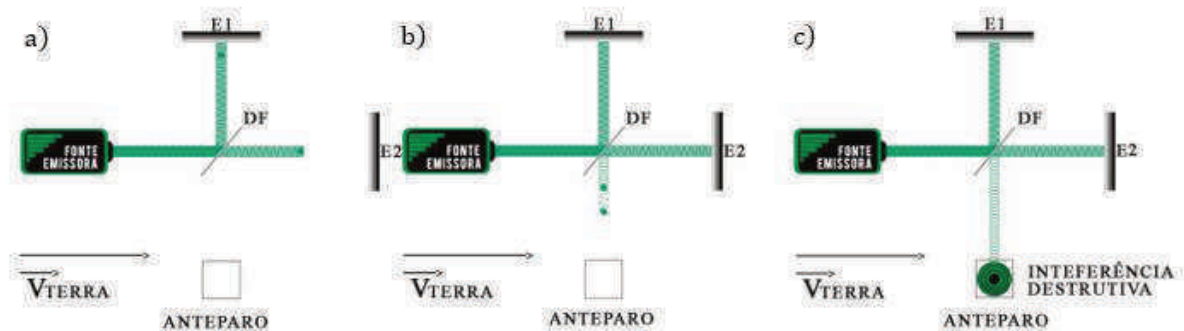


Figura 2- a) Diferença na velocidade da luz em cada um dos braços devido ao movimento da luz no éter. b) Mostra a defasagem de um feixe em relação ao outro. c) Padrão de interferência destrutiva que eles esperavam encontrar

É importante mencionar que a velocidade da Terra é muito pequena se comparada a velocidade da luz, por isso, eles esperavam um deslocamento das franjas de interferência. Para efeitos didáticos, assumimos no vídeo, um padrão de interferência destrutiva, como se a defasagem fosse de exatamente $\lambda/2$.

Cena 3: O que eles encontraram?

Nessa cena, vamos apresentar os resultados encontrados, que são contrários aos que eles esperavam. Os feixes de cada braço chegavam ao mesmo tempo no anteparo, algo que não correspondia ao modelo da luz se propagando no éter, discutido na cena 2. Como o resultado não era o esperado, eles ainda giraram o interferômetro ao longo do ano em 360° para tentar alinhá-lo a velocidade da Terra em direção ao éter. As Figuras 4 A-H mostram quadros do vídeo com o interferômetro girando.

a)

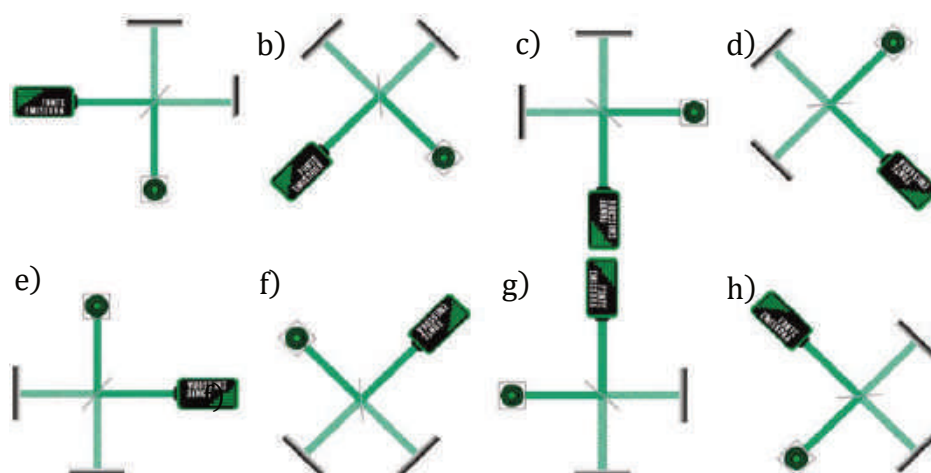


Figura 3. Interferômetro de Michelson girado em 360° para verificar o arrasto do éter..

Os estudos de Michelson mostraram que independentemente da posição do interferômetro em relação a direção do movimento da Terra em relação ao éter, os resultados experimentais mostravam que o deslocamento das franjas não era o esperado pela teoria. Portanto, não foi possível verificar a existência do arrasto do éter como previa a teoria.

Cena 4: Como explicar o que estava acontecendo?

Nessa cena, o objetivo é discutir como os resultados experimentais foram explicados na época. Num primeiro momento, apresentamos algumas explicações dadas por Michelson, mas daremos destaque a explicação dada por Hendrik Lorentz (LORENTZ, 1904). Ele sugeriu que o fenômeno ocorria devido a uma propriedade misteriosa do recém descoberto elétron, que seria responsável pela contração do tamanho de um dos braços do interferômetro que se movia através do éter. A explicação dada por ele não era a correta, mas de suas ideias surgiram as transformações de Lorentz, cujo fator $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ é fundamental na teoria da relatividade. Apesar disso, podemos deduzir o fator de Lorentz e a própria velocidade da luz a partir do experimento óptico de Michelson (LIMA e SASSE, 2017). A Figura 4 mostra alguns quadros do vídeo.

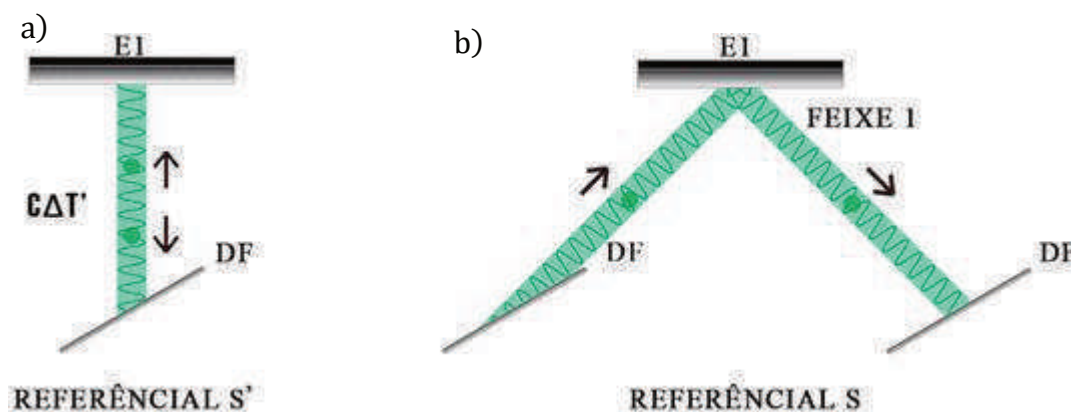


Figura 4-Feixe visto do referencial do S e S'.

Sem dificuldade é possível verificar que com o vídeo podemos de fato deduzir as transformações de Lorentz para os referenciais S e S' . A partir daí podemos discutir a dilatação do espaço e do tempo, sem apresentar aos alunos os postulados da Teoria da Relatividade.

A proposta de Sequência de Ensino por Investigação

Numa Sequência de Ensino por Investigação importância da determinação do problema é uma parte fundamental (CARVALHO, 2011). A problematização em nossa proposta ocorrerá após a primeira cena. A ideia é propor que um dos braços do interferômetro se movimente no éter na mesma direção da velocidade da Terra, enquanto o outro está na direção perpendicular. Isso significa fazer para os alunos exatamente a mesma pergunta da época do experimento, ou seja, o que ocorre com o feixe de luz em cada um dos braços do interferômetro. Naturalmente, isso não faz muito sentido se olharmos para o vídeo isoladamente. Por isso, temos que lembrar que o vídeo é apenas a segunda etapa da proposta. Essa pergunta só tem sentido se tivermos realizado a primeira etapa da atividade, onde discutiremos a propagação de ondas, revisitando trabalhos que precedem o interferômetro de Michelson. A primeira etapa não é tratada neste trabalho

Após a pergunta esperamos que os alunos levantem suas hipóteses e manipulem suas ideias. Na sequência apresentaremos a cena 2 e 3, mostrando o resultado que Michelson encontrou na época. A ideia é que os resultados experimentais sejam utilizados para que eles testem suas hipóteses, se for caso, que as aprimorem. A partir daí, vamos para a cena 4, com uma explicação científica do problema. A diferença aqui é que faremos isso a partir da proposta de Lorentz, destacando a contração de um dos braços do interferômetro ou a dilatação do tempo de viagem em um dos braços.

Conclusões

Neste trabalho, apresentamos cenas de um vídeo com potencial para introduzir a Teoria da Relatividade de Albert Einstein a partir do interferômetro de Michelson. A proposta do vídeo é que ele faça parte de sequência de ensino por investigação para ensinar teoria da relatividade no ensino médio. No entanto, com pequenos ajustes, também podemos fazer dele um vídeo independente, que conte a história do interferômetro de Michelson e das transformações de Lorentz. Entendemos que o trabalho é relevante no sentido que propõe uma atividade que parte de uma das realizações experimentais mais importantes da história da física, destacando suas principais conclusões, aqui representadas em 4 cenas, que geralmente não são apresentadas nas aulas de ensino médio ou superior.

Com relação ao ensino, as cenas mostram a importância desse experimento para o desenvolvimento da teoria da relatividade. Após a cena 1, onde introduzimos o interferômetro, esperamos nas cenas 2 e 3 permitam que compreendam as novas questões que surgiram em função dos resultados experimentais. Com a cena 4 buscamos um desenvolvimento que permita mostrar a nova teoria que surge para explicar essas questões. Esperamos com isso, um material que permita ensino, em

consequência a aprendizagem, dos postulados da teoria da relatividade, visando um ensino pautado em questões que deram origem a nova teoria e na atuação ativa do aluno no processo. Por fim, acreditamos que a proposta aqui realizada pode contribuir para que esse tema seja levado numa nova perspectiva, a da física experimental, para as aulas de física, principalmente no ensino médio.

Referências

CARVALHO, AMP de. **Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI)**. O uno e o diverso na educação. Uberlândia: EDUFU, p. 253-266, 2011.

HOLTON, G. J. **Einstein, Michelson and the ‘crucial’ experiment**. In: HOLTON, G. J. Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein. Cambridge: Harvard University Press, 1995.

LORENTZ, H.A., **Electromagnetic Phenomena in a System Moving with any Velocity less than that of Light**, Proc. Roy. Acad. Sc. Amsterdam, 6, 809 (1904).

MICHELSON, Albert A. **The relative motion of the Earth and of the luminiferous ether**. American Journal of Science, n. 128, p. 120-129, 1881.

MICHELSON, Albert A. Morley, Edward W. **Influence of motion of the medium on the velocity of light**. American journal of science, n. 185, p. 377-385, 1886.

MICHELSON, Albert A.; Morley, E. W. **On the relative motion of the earth and the luminiferous ether**. American Journal of Science, v. 34, n. 203, p. 333-341, 1887.

RIBEIRO, Daniela Albino; BALTHAZAR, Wagner Franklin. **Os trabalhos de Albert a. Michelson e o éter: o que “dizem” os livros didáticos**. Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 2018.

RIBEIRO, Daniela Albino. **Os experimentos de Albert Michelson e a busca pelo éter: subsídios históricos para o ensino de física e análise dos livros**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2018.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares**. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, p. 1-6, 2015.

VAN DONGEN, Jeroen. **On the role of the Michelson–Morley experiment: Einstein in Chicago**. Archive for history of exact sciences, v. 63, n. 6, p. 655, 2009.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES NA BNCC PARA O ENSINO PRÁTICO-EXPERIMENTAL

COMPETENCES AND SKILLS AT BNCC TO EXPERIMENTAL TEACHING

Rodrigo Ronelli Duarte de Andrade¹ Pedro Jaime de Almeida Severo²

¹Universidade Federal da Paraíba/Departamento de Ciências Básicas e Sociais/Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, rodrigo_ronelli@yahoo.com.br

²Universidade Federal da Paraíba/Departamento de Ciências Básicas e Sociais/Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, pedrojm44@gmail.com

Resumo

O ensino de Ciências tem como característica básica as atividades práticas-experimentais, que, por sua vez, vem sendo muito discutida na literatura no tocante as suas finalidades e como devem ser abordadas. A BNCC, publicada em 2017-2018, define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Neste estudo se questiona como as competências e habilidades da BNCC se relacionam com os objetivos do ensino prático-experimental abordados na literatura. A metodologia utilizada foi o levantamento da literatura sobre os objetivos das atividades práticas-experimentais, a identificação e categorização das competências e habilidades da BNCC a partir da análise de conteúdo de Bardin, e a verificação da conformidade das mesmas com os objetivos reportados na literatura. Pôde-se constatar, como resultado, que as mesmas encontram-se conceitualmente de acordo com os objetivos encontrados, e que as atividades práticas-experimentais podem ser utilizadas para se desenvolver uma ou mais habilidades previstas na BNCC.

Palavras-chave: BNCC, Competências e Habilidades, Ensino Prático-Experimental.

Abstract

Science teaching has as its basic characteristic practical-experimental activities, which, in turn, have been widely discussed in the literature with regard to its purposes and how they should be approached. The BNCC, published in 2017-2018, defines the organic and progressive set of essential learning that students must develop throughout the stages and modalities of Basic Education. This study asks how the competences and skills at BNCC relate to the objectives of practical-experimental teaching addressed in the literature. The methodology used was the survey of the literature on the objectives of practical-experimental activities, the identification and categorization of BNCC competences and skills based on Bardin's content analysis, and the verification of their conformity with the objectives reported in the literature. As a result, it was found that they are conceptually in accordance with the objectives found, and that practical-experimental activities can be used to develop one or more skills provided for in the BNCC.

Keywords: BNCC, Competences and Skills, Experimental Practical Teaching.

Apresentação

Em 2017 foi publicada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)¹, documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o PNE (Plano Nacional de Educação). (BRASIL, 2017)

A BNCC define dez competências gerais e as respectivas habilidades relacionadas (definidas por etapas da Educação Básica) a serem asseguradas na aprendizagem desenvolvida ao longo dos anos letivos.

Na versão de 2017 encontram-se definidas as competências e habilidades referentes ao Ensino Infantil e ao Ensino Fundamental. Em 2018 foi publicada a versão da BNCC documento para o Ensino Médio (BRASIL, 2018)², divididas por áreas do conhecimento.

A área de Ciências da Natureza, no Ensino Fundamental, possibilita aos estudantes compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas da área, analisar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, além dos cuidados pessoais e o compromisso com a sustentabilidade e a defesa do ambiente. (BRASIL, 2018)

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. (BRASIL, 2018)

O trabalho laboratorial (TL) e o trabalho de campo (TC) são duas modalidades de trabalho prático-experimental³ reconhecidas, quer por professores quer por investigadores, como recursos de inegável valor no ensino e aprendizagem das Ciências (DOURADO, 2006).

O presente trabalho se propõe a responder às seguintes questões referentes ao ensino prático-experimental, relativas à área de Ciências da Natureza: 1) Quais competências e habilidades definidas na BNCC se relacionam com o ensino prático-experimental? 2) Essas competências e habilidades estão em conformidade com os objetivos do ensino prático-experimental encontrados na literatura?

Esta pesquisa se restringe à Base Nacional Comum Curricular lançada em 2018, onde se analisam as competências e habilidades do ensino prático-experimental, referentes à área de Ciências da Natureza do Ensino Médio (CNEM).

A metodologia utilizada neste trabalho foi, inicialmente, o levantamento da literatura sobre os objetivos das atividades práticas-experimentais. Em seguida, foi

¹ A BNCC do Ensino Infantil e Ensino Fundamental referenciada é o documento em sua versão final, publicado em abril de 2017.

² A BNCC do Ensino Médio aqui referenciada é a versão final, de dezembro de 2018.

³ Nesse trabalho utilizaremos os termos ensino prático-experimental ou atividade prática-experimental, no sentido discutido por Pereira, Moreira (2017).

feita a identificação e categorização das competências e habilidades da BNCC, para a área de CNEM, utilizando-se a análise de conteúdo de Bardin (1977). Por fim, verificou-se a conformidade das competências e habilidades identificadas na BNCC com os objetivos reportados na literatura.

O Ensino Prático-Experimental

A importância das atividades práticas-experimentais no ensino de Ciências tem sido relatada, pesquisada e confirmada por diversos autores há várias décadas. Um estudo de trabalhos publicados sob a ótica de Pereira, Moreira (2017), traz uma excelente revisão sobre o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de Física sua importância e críticas a respeito do tema em questão. Segundo Pereira, Moreira (2017),

A necessidade da abordagem prático-experimental no processo de ensino-aprendizagem de uma ciência natural como a física decorre da legitimação da experimentação como a busca por desvelar a natureza, a ciência da experiência.

Por outro lado, muitos são os autores que fazem críticas às atividades prático-experimentais como forma de uma aprendizagem entre as atividades desenvolvidas no laboratório e a aprendizagem dos estudantes, a destacar: Hofstein, Shore, Kipnis (2004); Singer, Hilton, Schweingruber (2005); Maltese, Tai, Sadler (2010). Muita da discussão e debate acerca da utilização de atividades práticas-experimentais reporta-se à sua natureza e propósitos.

Oliveira (2010), destaca:

Vários docentes mesmo aqueles que as aplicam com frequência em suas aulas desconhecem muitas das possíveis contribuições e abordagens das atividades experimentais para o ensino de ciências.

Segundo Tamir (1991), *apud* Pereira, Moreira (2017), uma dificuldade no desenvolvimento das atividades práticas-experimentais é:

a falsa pretensão de atingir um amplo espectro de objetivos em uma mesma sessão de uma aula experimental, que nem sempre são compatíveis com uma única atividade.

Corroborando com Tamir (1991), *apud* Pereira, Moreira (2017), um dos aspectos principais em análise tem sido a exploração, em detalhe, dos objetivos e as justificações da sua inclusão nos currículos de ciências (Dourado, 2006).

Barolli, Laburú, Guridi (2010) observam que:

o laboratório didático é um tema que suscita muitas reflexões e controvérsias sobre suas potencialidades e funções, além de representar muito mais que uma estratégia didática para os investigadores na área de Ensino de Ciências. Em nossa visão, o papel do laboratório no Ensino de Ciências sempre será uma questão polêmica, inclusive porque a diferença mais radical entre as distintas concepções que podemos encontrar na literatura, reside tanto nas visões de aprendizagem e do processo de construção do conhecimento, como nas possibilidades do laboratório como instrumento de aquisição de conhecimento.

Ao se propor uma atividade prática-experimental deve-se ter claro quais os objetivos que se pretende atingir, o que, por sua vez, caracteriza as principais concepções relativas ao papel atribuído ao laboratório, que revela os modelos

teóricos de aprendizagem e os fundamentos epistemológicos subjacentes a essas concepções. (SALINAS, 1994, apud BAROLLI; LABURÚ; GURIDI, 2010).

Segundo Oliveira (2010), as aulas experimentais podem ser utilizadas visando alcançar diferentes objetivos e prover variadas e importantes contribuições no ensino e aprendizagem de ciências. Esta pesquisa tomou como referência o aporte teórico de Oliveira (2010), por apresentar os principais objetivos das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem em ciências, encontrados na literatura. São eles:

- motivar e despertar a atenção dos alunos;
- desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;
- desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão;
- estimular a criatividade;
- aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;
- aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos;
- aprender conceitos científicos;
- detectar e corrigir erros conceituais dos alunos;
- compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- aprimorar habilidades manipulativas.

Ainda sob a ótica de Oliveira (2010), as principais abordagens das atividades experimentais dependem, dentre outros aspectos, dos objetivos específicos do tema em estudo, das competências e habilidades que se deseja desenvolver e dos recursos materiais disponíveis.

Araújo, Abib (2003) classificam as atividades experimentais em três modalidades: atividades de demonstração/observação, atividades de verificação e atividades de investigação. Apesar de diferentes, as três abordagens podem ser empregadas em atividades prático-experimentais, desde que se tenham objetivos bem definidos e com estratégias que favoreçam, dentro dos limites de cada uma, a máxima eficiência para o aprendizado de novos conteúdos, procedimentos e atitudes (Oliveira 2010).

Nesta perspectiva, sendo a BNCC um documento que deve balizar os currículos da Educação Básica a nível nacional, surge a preocupação em se avaliar como se inserem os objetivos das atividades práticas-experimentais abordados na literatura com o que está proposto na BNCC, o que será analisado a seguir.

Competências e Habilidades do Ensino Prático-Experimental na BNCC

A BNCC para o Ensino Médio não se constitui no currículo dessa etapa, mas define as aprendizagens essenciais a ser garantidas a todos os estudantes e orienta a (re)elaboração de currículos e propostas pedagógicas. Para tanto, o documento prevê a criação de situações de trabalho mais colaborativas, que se organizem com base nos interesses dos estudantes e favoreçam seu protagonismo, como: laboratórios, oficinas, clubes, observatórios, incubadoras, núcleos de estudos e núcleos de criação artística (BRASIL, 2018).

Os laboratórios, nesse documento, são definidos como ambientes que:

supõem atividades que envolvem observação, experimentação e produção em uma área de estudo e/ou o desenvolvimento de práticas de um determinado campo (línguas, jornalismo, comunicação e mídia, humanidades, ciências da natureza, matemática etc.).

Na sequência, a BNCC define uma intencionalidade de forte interesse para o ensino prático-experimental:

Para além do aprofundamento dessas temáticas, a BNCC de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe também que os estudantes ampliem as **habilidades investigativas** desenvolvidas no Ensino Fundamental, apoiando-se em **análises quantitativas** e na avaliação e na comparação de modelos explicativos. Além disso, espera-se que eles aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), conhecimentos produzidos e propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e responsáveis.

Baseado na análise de conteúdo de Bardin (1977) foi realizado um agrupamento das habilidades em duas categorias (experimental e não experimental), sendo as unidades de registro palavras relacionadas à experimentação. Das 14 habilidades presentes nas três competências para a área de Ciências da Natureza, foram identificadas oito que apresentam no seu texto relação com as unidades de registro, mostradas no quadro 1.

Quadro 1 - Competências e Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio, específicas para o Ensino Prático-Experimental.

Competências Específicas	Habilidades para o Ensino Prático-Experimental
1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.	EM13CNT102 ⁴ - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos. EM13CNT103 - Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.
2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.	EM13CNT205 - Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para	EM13CNT301 - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

⁴ Neste trabalho, se utilizou a nomenclatura definida na BNCC (BRASIL, 2018) para as habilidades.

<p>propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>EM13CNT302 - Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p> <p>EM13CNT306 - Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.</p> <p>EM13CNT307 - Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.</p> <p>EM13CNT308 - Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.</p>
--	---

Fonte: Brasil, 2018.

Verificando as três competências definidas pela BNCC do Ensino Médio para a área de Ciências da Natureza (BRASIL, 2018) descritas no quadro 1, foi possível verificar que todas apresentam habilidades relacionadas ao ensino prático-experimental.

Na Competência Específica 1, onde se encontram 6 habilidades, verifica-se que as habilidades EM13CNT102 e EM13CNT103, explicitamente apresentam elementos de atividades experimentais no seu texto. A Competência Específica 2, com 7 habilidades, traz a quinta habilidade (EM13CNT205) como específica de ensino prático-experimental.

Notadamente, a Competência Específica 3 é a que se verifica um maior número de habilidades relacionadas com o ensino prático-experimental, tendo esta, das dez habilidades previstas, cinco habilidades voltadas ao desenvolvimento de conceitos relativos ao objeto de análise deste trabalho.

As competências e habilidades selecionadas constantes no quadro 1 encontram-se de acordo com os objetivos das atividades práticas-experimentais. Giordan (1999) considera às atividades experimentais sendo de caráter motivador; Galiazzi, Gonçalves (2004), destacam a importância do trabalho em grupo como uma estratégia de ensino que favorece a socialização dos alunos; Oliveira (2010) destaca que a discussão com seus pares favorece o desenvolvimento de novas ideias; Krasilchik (1987) ressalta que não se trata apenas de o aluno possuir habilidade de observação e manipulação, precisa lidar com situações de forma especulativa para a formação de ideias próprias.

A capacidade de observação e registro de informações, para Carvalho et al., (2005) ocorre pelos registros escritos da ocorrência de eventos ocorridos durante as práticas experimentais. Oliveira (2010) considera que o registro escrito dos eventos

ocorridos durante o experimento, a coleta de dados, interpretações e explicações para eles, é uma maneira de aprimorar as habilidades de observação e manipulação.

A atividade prática-experimental, em sua maioria, deve ser um espaço para construção de novas competências e habilidades. Nessa perspectiva, para que estes conhecimentos sejam bem desenvolvidos, é necessário que as atividades considerem o conhecimento dos estudantes (competências e habilidades prévias), contemplando suas experiências cotidianas a respeito do tema em estudo, as relações sociais associadas à produção do conhecimento científico e as implicações ambientais decorrentes da atividade científico (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Diante do exposto, tomando os relatos da literatura a respeito dos objetivos das atividades experimentais, pode-se verificar que os mesmos se encontram conceitualmente de acordo com as competências e habilidades da BNCC, previstas para esta modalidade de ensino.

Considerações Finais

A análise das competências e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias presentes na BNCC do Ensino Médio (BRASIL, 2018) a partir do referencial de Bardin (1977) buscou averiguar quais tinham relação com o ensino prático-experimental e se as mesmas concordam com os objetivos do ensino prático-experimental encontrados na literatura.

Foi possível inferir que, das 14 habilidades encontradas nas 3 competências definidas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, 8 habilidades se referem claramente ao ensino prático-experimental, e que as mesmas estão em conformidade com os objetivos apresentados na literatura para a aprendizagem dessa forma de ensino.

Contudo, deve-se ressaltar que a realização de atividades práticas-experimentais, seja ela demonstrativa, verificativa ou investigativa, não garantem que as competências e habilidades serão desenvolvidas no estudante durante a atividade prática, mas devem proporcionar um ambiente favorável para o desenvolvimento das competências e habilidades encontradas na BNCC.

Referências

ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2: p.176-194, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. Lisboa: Edições 70 Ltda., 1977.

BAROLLI, E.; LABURÚ, C. E.; GURIDI, V. M. Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 9, n. 1: p. 88-110. 2010.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - Educação é a Base**.

Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_s ite.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - Educação é a Base. Ensino Médio**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 20 mar. 2020.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2005. 199p.

DOURADO, L. Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 5, n. 1: p. 192-212, 2006.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, v.27, n.2, p.326-331, 2004.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, p.43-49, 1999.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, p.219-238, 2006.

HOFSTEIN, A.; SHORE, R.; KIPNIS, M. Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: a case study. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 1, 2004

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: EPU, 1987, 80 p.

MALTESE, A. V.; TAI, R. H.; SADLER, P. M. The effect of High School physics laboratories on performance in introductory College Physics. **The Physics Teacher**, v. 48, n. 333, 2010.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. Canoas, v. 12, n. 1: p.139-153, jan./jun. 2010.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1: p. 265-277, abr. 2017.

SINGER, S. R.; HILTON, M. L.; SCHWEINGRUBER, H. A. Needing a new approach to science labs. **Science Teacher**, v. 72, n. 10, 2005.

DIFICULDADES PARA LEITURA DE GRÁFICOS E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

DIFFICULTIES FOR READING GRAPHICS AND RESEARCH ACTIVITIES

**Dara Beatriz¹, Milene Frainer de Liz², Irina Borges Lima³, Alex Bellucco⁴,
Marivaldo Parma⁵**

¹Universidade do Estado de Santa Catarina/ graduanda em Licenciatura em Física/ bolsista pela CAPES do PIBID/ dara.sjb9@hotmail.com

²Universidade do Estado de Santa Catarina/ graduanda em Licenciatura em Física/ bolsista pela CAPES do PIBID/ mfrainerdeliz@gmail.com

³Universidade do Estado de Santa Catarina/ graduanda em Licenciatura em Física/ voluntária do PIBID da Licenciatura em Física/ irinaborgeslimaibl@gmail.com

⁴Universidade do Estado de Santa Catarina/ Doutorado em Educação em Ciências/ Professor Coordenador do PIBID da Licenciatura em Física/ alex.carmo@udesc.br

⁵Professor de Física na Escola Ensino Básico Dr. Tufi Dippe/ Mestrado em Física pela Universidade Estadual de Campinas/ prof.parma@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho explora dificuldades encontradas por estudantes do 1º ano do Ensino Médio, durante uma sequência de ensino investigativa sobre cinemática, focada em análise e construção gráfica. As aulas foram ministradas em uma escola pública da rede estadual da cidade de Joinville, SC, no primeiro semestre de 2019. A análise do material de pesquisa foi feita pela equipe de bolsistas e voluntários do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) com a colaboração do professor supervisor na escola. A avaliação foi feita através de fichas de acompanhamento, preenchidas pelo professor, buscando observar a evolução dos alunos durante as atividades. Foram observados de forma qualitativa 4 alunos (aqui chamados alunos 1, 2, 3 e 4) das três turmas pesquisadas, sendo estes os que mais apresentaram um nível de evolução (na primeira atividade não sabiam muito, e na última conseguiam cumprir os exercícios propostos). As atividades eram parcialmente individuais e parcialmente coletivas, sendo mais conveniente, para efeito de estudo do objetivo do artigo, o enfoque principal nas atividades individuais.

Palavras-chave: ensino investigativo, cinemática, gráficos.

Abstract

The following paper explores difficulties encountered by students in the first year of the high school, during a sequence of investigative teaching on kinematics focused on graphical analysis and construction. Classes were held at a public school in Joinville - SC, in the first semester of 2019. The analysis of the research material was done by the PIBID (Institutional Teaching Initiation Scholarship Program) scholarship and volunteer team, and teacher supervisor at the school. The evaluation was made through tracking sheets, filled by the teacher, seeking to observe the students' evolution during the activities. Four students (here called students 1, 2, 3 and 4) were qualitatively observed from the three groups surveyed, which showed the highest level of evolution (in the first activity they did not know much, and in the last one they were able to fulfill the proposed exercises). The activities were partially individual and partially collective, being more convenient, for the purpose of study of the objective of the article the main focus on the individual activities.

Keywords: inquiry teaching, kinematics, graphics.

Introdução

A partir de experiências em sala de aula, com alunos e professores vinculados ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), observamos a grande dificuldade dos estudantes de física do nível médio na construção e interpretação de gráficos. As confusões mais comuns são: a identificação dos eixos do gráfico, a plotagem correta dos pontos, a análise dos dados através da interpretação do gráfico, assim como a transposição dos dados para o gráfico e principalmente a relação da dependência das variáveis do gráfico.

Buscando minimizar esses problemas no cotidiano escolar, resolveu-se aplicar uma adaptação da atividade do “Tatuzinho” (CARVALHO, 2010), para os alunos do 1º ano do ensino médio. O objetivo era inicialmente apresentá-los a um problema e deixar que desenvolvessem um modo de solucioná-lo e, a partir daí, acompanhar a evolução através das fichas de acompanhamento aplicadas e das avaliações. A questão de pesquisa é: “Uma sequência de ensino investigativa favorece a interpretação da linguagem gráfica?”.

O Ensino por Investigação

Teóricos vêm estudando e apontando que as ciências, em nossa realidade, são parte de uma cultura, a chamada cultura científica. Para entender a ciência e seus procedimentos, deve-se imergir nessa cultura, tomando conhecimento de processos e, principalmente, de linguagens envolvidas (BELLUCO e CARVALHO, 2009).

No processo de estabelecimento da linguagem científica, os gráficos e a análise dos dados que estes trazem são formas comuns de comunicação entre pesquisadores e professores, e ainda facilitam a compreensão de fenômenos, sendo imprescindível o seu estudo no ensino de ciências.

Tradicionalmente, o ensino de Física se coloca como algo repleto de formalismo matemático e exposição de conceitos puramente teóricos, mas pouco aplicados à prática. Isso origina nos alunos a percepção de que a Física é apenas

compreendida por aqueles que já nascem com aptidão. A metodologia investigativa de ensino provoca a curiosidade nos estudantes; ao aproximar o processo científico da sala de aula, por meio de uma observação, calcada em um referencial, de um fenômeno antes incompreendido e, a partir da utilização de instrumentos de medida e formulação de hipóteses, na solução de um problema de interesse dos alunos. O conceito do ensino por investigação é demonstrado efetivo no que diz respeito ao engajamento dos estudantes, dando início a uma comunidade de práticas dentro da sala de aula, com o propósito comum de resolução de problemas (SASSERON e SOUZA, 2019). Cabe ao professor ser o mediador da situação a fim de promover o entendimento do conteúdo e do processo.

Anna Maria Pessoa de Carvalho (2010) coloca, em “As Práticas Experimentais no Ensino de Física”, a atividade do movimento do tatu-bola para explicar conceitos de cinemática, como a velocidade média e a construção e a interpretação de gráficos e tabelas. Essa proposta é dada em formato de laboratório investigativo para que os alunos sejam estimulados a procurar e entender a dependência entre variáveis, e como o espaço em função do tempo é utilizado para determinar a velocidade de determinado objeto, no caso, o tatu-bola. Além disso, ainda aprofunda os conhecimentos dos alunos na criação e análise de gráficos, uma vez que eles entendem a origem e significado dos dados avaliados. Inspirados nessas atividades, elaboramos nossa sequência a seguir.

Sequência Didática

Atividade 1: o professor realizou um movimento e a turma deveria descrevê-lo da forma mais precisa que conseguisse, sem acesso a instrumentos de medida. A descrição se deu por narrativa escrita dos alunos, e eles utilizaram parâmetros próprios e pontos de referência. O objetivo da primeira exposição era levar os alunos a uma discussão sobre a necessidade de instrumentos de medida.

Atividade 2: a segunda atividade foi realizada com a mesma proposta da primeira, contudo foram utilizados instrumentos de medidas e houve a incorporação de um bastão com uma bolinha na ponta (ao qual os alunos nomearam “Calango”) para extrapolar a noção de passos. Alguns alunos alteraram o espaço de medidas da fita, enquanto outros sequer mexeram nela. Interessante observar como é feita a utilização dos instrumentos de medida, e como as informações obtidas pelos mesmos são inseridas nos textos.

Atividade 3: utilizando um aplicativo de gravação de vídeo, os alunos acompanharam os movimentos do “Calango” com relação à fita crepe que, desta vez, estava com uma fita métrica ao lado (referencial). Em seguida, realizaram a análise em texto discursivo. O professor, depois, escreveu na lousa os resultados de cada grupo para que pudessem comparar. O ponto chave da atividade foi o debate de ideias, iniciado após a exposição das soluções, sobre o que é um referencial sem que o professor abordasse formalmente o conceito.

Atividade 4: o professor inicia tratando sobre a história dos padrões de medida e de como a construção e análise gráfica são importantes para a determinação de velocidades. Foram feitos dois movimentos em sala pelo professor: um lento, e outro rápido. Então, os alunos foram questionados sobre qual seria a diferença entre os movimentos. Todos concordaram que seria a velocidade, mas não souberam explicar como. Então o professor introduziu aos alunos o tópico "cálculo de velocidades através da análise gráfica".

Atividade 5: o professor pediu para que os alunos lessem um texto expositivo sobre a análise de movimentos retilíneos e suas aplicações gráficas. Logo em seguida, foram cobradas 4 questões baseadas no texto.

Atividade 6: os alunos foram divididos em grupos e receberam fita métrica e saquinhos com areia, e puderam usar um cronômetro de celular também. Um dos alunos do grupo ficava com os saquinhos de areia, enquanto outro cronometrava o tempo e, a cada dois segundos, daria um comando para que soltasse um saquinho. O primeiro saquinho foi solto no tempo 0, e os outros integrantes do grupo ficavam responsáveis por medir a distância de cada saquinho do primeiro. O produto deste experimento seria uma tabela e um gráfico com as informações coletadas. Essa foi uma atividade puramente exploratória de como os alunos entendem o conceito de construção gráfica.

Atividade 7: a sétima atividade foi uma exposição dialogada sobre as maiores dificuldades enfrentadas pelos alunos na construção dos gráficos. Foi reiterada pelo professor a importância de utilizar uma régua para as retas dos eixos e das imagens gráficas, a necessidade de atenção enquanto se coloca a escala, como saber qual variável é a dependente, dentre outros. Nas próximas aulas foi observado se falar sobre os erros surtiu algum efeito na percepção dos alunos.

Atividade 8: esta foi a atividade de reconstrução do gráfico da atividade 6, e em uma das turmas foram percebidas grandes dificuldades com o eixo tempo (se seria o horizontal ou o vertical), com escalas não-ritmadas e números decimais, dentre outras dúvidas e confusões.

Atividades 9/10: essa atividade consistiu na tomada de novas medidas de movimento, agora com velocidades diferentes. Depois das coletas de dados, os alunos anotaram os resultados de 6 grupos no quadro. Foram escolhidos o mais rápido e o mais lento, e fizeram o gráfico dos dois movimentos para comparação. Então os alunos deveriam construir uma reta que interpolasse os dados. À partir daí, os alunos calcularam as velocidades seguindo explicações do professor também.

Metodologia de Pesquisa

Durante as aulas da sequência didática de cinemática, foram observadas três turmas do 1º ano do Ensino Médio, de uma escola pública, cada uma possuindo, em média, 30 alunos. O professor preencheu fichas de acompanhamento idealizadas por ele contendo informações sobre o resultado de cada aluno em cada atividade

(utilizando a ideia de competências e habilidades proposta nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Ensino Médio - DCNEM), a partir da atividade 3. As fichas continham as capacidades avaliadas e um quadro onde seriam inseridas as atividades e os resultados (ver quadro 1).

As capacidades foram assim estabelecidas:

Capacidade 1 - consegue escolher tipo adequado de gráfico (variáveis contínuas/discretas)?

Capacidade 2 - consegue montar eixos e fazer escalas corretamente?

Capacidade 3 - faz legendas claras, corretas e completas (unidades de medida)?

Capacidade 4 - plota corretamente e faz curvas de tendência com correção?

Capacidade 5 - consegue interpretar o gráfico com correção?

Capacidade 6 - consegue fazer extrapolações a partir de um gráfico?

A seleção dos alunos foi feita com base na observação da evolução com relação às atividades aplicadas, de forma que foram escolhidos quatro para se pudesse analisar o efeito qualitativo das aulas durante a sequência. As atividades 1,2 e 7 foram aulas introdutórias/expositivas e, portanto, não foram avaliadas.

Análise de Dados

Aluno 1

Quadro 1 – Ficha de desenvolvimento do aluno 1

Atividade	Capacidade 1	Capacidade 2	Capacidade 3	Capacidade 4	Capacidade 5	Capacidade 6
3	N	N	P	N	X	X
4-5	S	N	P	N	X	X
6	N	P	P	N	X	X
8	S	S	S	P	X	X
9	S	S	S	S	X	X
10	X	X	X	X	P	S

LEGENDA: N - não; P - parcialmente; S - sim; X - não avaliado na tarefa; --- - ausente.

Fonte: Os autores.

Pode-se observar que o Aluno 1 apresentou evolução; na primeira atividade avaliada, conseguia fazer apenas parcialmente as legendas claras. Não conseguia escolher o tipo correto de gráfico, montar escalas e eixos corretamente, ou plotar corretamente o gráfico. Obteve pouca evolução até a atividade de número 7, que foi a aula expositiva para correção dos erros comuns da turma. A partir daí, o Aluno 1 obteve grande evolução; já conseguia plotar o gráfico, definir as variáveis, os eixos, as legendas. Na atividade 10, conseguia parcialmente interpretar um gráfico com correção e totalmente realizar extrapolações a partir do mesmo.

Aluno 2

Quadro 2 - Ficha de desenvolvimento do aluno 2

Atividade	Capacidade 1	Capacidade 2	Capacidade 3	Capacidade 4	Capacidade 5	Capacidade 6
3	N	N	P	N	X	X
4-5	S	S	S	S	X	X
6	S	P	P	N	X	X
8	S	S	S	S	X	X
9	S	S	S	S	X	X
10	X	X	X	X	P	S

LEGENDA: N - não; P - parcialmente; S - sim; X - não avaliado na tarefa; --- - ausente.

Fonte: Os autores.

O Aluno 2 já demonstra grande evolução na segunda atividade avaliada. Durante a atividade 6, que foi exploratória, se perdeu um pouco; porém depois da aula expositiva da atividade 7 demonstrou domínio total do conteúdo, exceto pela interpretação do gráfico com correção, onde mostrou que parcialmente sabia.

Aluno 3

Quadro 3 - Ficha de desenvolvimento do aluno 3

Atividade	Capacidade 1	Capacidade 2	Capacidade 3	Capacidade 4	Capacidade 5	Capacidade 6
3	N	N	P	N	X	X
4-5	S	S	S	S	X	X
6	S	P	N	S	X	X
8	S	S	S	S	X	X
9	S	S	S	S	X	X
10	X	X	X	X	S	S

LEGENDA: N - não; P - parcialmente; S - sim; X - não avaliado na tarefa; --- - ausente.

Fonte: Os autores.

O Aluno 3 teve basicamente as mesmas dificuldades do Aluno 2 na atividade 6, e demonstrou também um crescimento após a aula expositiva da atividade 7, inclusive, mostrou que consegue totalmente interpretar um gráfico com correção.

Aluno 4

Quadro 4 – Ficha de desenvolvimento do aluno 4

Atividade	Capacidade 1	Capacidade 2	Capacidade 3	Capacidade 4	Capacidade 5	Capacidade 6
3	---	---	---	---	X	X
4-5	---	---	---	---	X	X
6	N	N	N	N	X	X
8	N	S	N	N	X	X
9	S	S	N	S	X	X

10	X	X	X	X	P	S
----	---	---	---	---	---	---

LEGENDA: N - não; P - parcialmente; S - sim; X - não avaliado na tarefa; --- - ausente.

Fonte: Os autores.

O Aluno 4 estava ausente nas três primeiras atividades. Demonstra nenhum domínio na atividade 6, e depois da aula expositiva ainda não havia obtido muita evolução. Contudo, mesmo depois de faltar as primeiras atividades, demonstra aprendizado de acordo com as capacidades e inclusive nas atividades 9 e 10, as quais necessitavam da introdução exposta nas atividades 3, 4 e 5.

Considerações Finais

Diante da análise das fichas de acompanhamento dos alunos pode-se concluir que, de forma qualitativa, a sequência didática promoveu grande evolução para os aqueles que foram observados. Portanto, refletimos sobre a questão inicial “Uma sequência de ensino investigativa favorece a interpretação da linguagem gráfica?”, e concluímos que a sequência aplicada favoreceu a evolução dos estudantes no que se refere à análise e construção de gráficos. O erro possui um papel elementar na construção do aprendizado (SILVA, SALES e ALVES, 2018) e isso pode ser observado na turma, pois após os erros diante das apresentações das hipóteses, a compreensão do tema é facilitada.

Introduzir as aulas através de uma sequência didática investigativa também exerce papel essencial no desenvolvimento intelectual, social (SEDANO e CARVALHO, 2017) e, principalmente, estimula o interesse dos estudantes e os introduz no processo de enculturação científica, para efetivamente se obter a compreensão do que é, de fato, ciência, e de como ela se mostra presente em todas as escalas sociais.

Referências Bibliográficas

- CARMO, A. B. do; CARVALHO, A. M. P. de. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de física. v. 15, n.1, p. 61 – 84. **Ciência & Educação (Bauru)**,v. 15, n.1, p. 61 – 84, 2009.
- CARMO, A. B. do; CARVALHO, A. M. P. de. Múltiplas Linguagens e a Matemática no Processo de Argumentação em uma Aula de Física: Análise dos Dados de um Laboratório Aberto. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17 (1), p. 209 – 226, março de 2012.
- CARVALHO, A. M. P. DE. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 15 dez. 2018.
- CARVALHO, A. M. P. de. As práticas experimentais no ensino de Física. In Carvalho, A. M. P. Ensino de Física. **Coleção Ideias em Ação**, ed. 1, p. 53-78. *Cengage Learning*, 29 de jul. de 2010.
- CARVALHO, A. M. P. de; *et. al.* **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**, ed. 1. *Cengage Learning*, 27 de fev. de 2013.
- Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio**. Cap. 5 - A Etapa do Ensino Médio. Parte 2 - A área de Matemática e suas Tecnologias. Tópico 1 - competências específicas e habilidades; p. 534 - 537.
- SASSERON, L. H.; SOUZA, T. N. de. O Engajamento dos Estudantes em Aula de Física: Apresentação e Discussão de uma Ferramenta de Análise. **Investigações em Ensino de Ciências**,v. 24(1), p. 139 – 153, abril de 2019.
- SEDANO, Luciana; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 199-220, maio 2017. ISSN 1982-5153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p199>>. Acesso em: 26 jun. 2020. doi:<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p199>.
- SILVA, João Batista da; SALES, Gilvan Denys Leite; ALVES, Francisco Regis Vieira. Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 20-41, abr. 2018. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p20>>. Acesso em: 25 jun. 2020. doi:<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n1p20>.

Linha 1

Ensino, aprendizagem e avaliação em Física

Posters

Pesquisa relacionada ao ensino e aprendizagem de conceitos da Física em diferentes níveis e modalidades ensino; ambientes de aprendizagem; metodologias ativas de aprendizagem; experimentação e ensino por investigação; aprendizagem colaborativa; abordagens e práticas de avaliação; indicadores de desempenho no ensino de Física e avaliação; estudos comparativos (nacionais e internacionais) relacionados.

UMA ABORDAGEM INCLUSIVA NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA UTILIZANDO RECURSOS DIDÁTICOS DIVERSOS

AN INCLUSIVE APPROACH IN TEACHING ELECTRODYNAMICS USING DIVERSE TEACHING RESOURCES

Jonathas Harley de Castro Navegantes¹, Müller dos Reis Barros², Marlon Fernandes Farias³ e João Paulo Rocha dos Passos⁴

¹Universidade do Estado do Pará/Lic. em Ciências Naturais – Física, harleyjonathas@gmail.com

²Universidade do Estado do Pará/ Lic. em Ciências Naturais – Física, millerreis1999@gmail.com

³Universidade do Estado do Pará/Departamento de Ciências Naturais, prof.marlonfarias@gmail.com

⁴Universidade do Estado do Pará/Departamento de Ciências Naturais, jprpassos@uepa.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo encontrar meios eficientes de ensinar conceitos de eletrodinâmica para estudantes ouvintes e para estudantes surdos. Produzimos uma sequência didática, fundamentada no enfoque CTS, que utilizou a contextualização histórica da eletrodinâmica e a construção de um experimento de lâmpada caseira para estimular os estudantes a enxergarem a física em seu cotidiano com maior interesse. Um material de apoio em língua portuguesa e em Libras foi confeccionado com o intuito de motivar um processo de ensino inclusivo para os participantes. Utilizamos mapas conceituais construídos pelos estudantes para coletar dados a serem analisados. Os resultados obtidos neste trabalho nos mostram que o planejamento de atividades, seja para estudantes ouvintes ou para estudantes surdos, é fundamental para o aprendizado de física. Além das evidências de aprendizagem encontradas nos mapas conceituais serem satisfatórias, a disposição dos estudantes para participarem das atividades propostas foi significativa para atingirmos o que almejávamos.

Palavras-chave: eletrodinâmica, ensino de física, educação inclusiva, contextualização histórica.

ABSTRACT

This study aimed to find efficient ways to teach electrodynamic concepts to hearing students and deaf students. We produced a didactic sequence, based on the CTS approach, which used the historical context of electrodynamics and the construction of a homemade lamp experiment to encourage students to see physics in their daily lives with greater interest. Support material in Portuguese and in Libras was made in order to motivate an inclusive teaching process for the participants. We use concept maps built by students to collect data to be analyzed. The results obtained in this work show us that the planning of activities, whether for listening students or for deaf students, is fundamental for the learning of physics. In addition to the learning evidence found in the concept maps being satisfactory, the students' willingness to participate in the proposed activities was significant in achieving what we wanted.

Keywords: electrodynamics, physics teaching, inclusive education, historical context.

Introdução

A carência educacional brasileira é sentida pelas diversas áreas do conhecimento. A física, aquela que é tratada pela maioria dos estudantes como a mais difícil dentre as disciplinas curriculares, de uma perspectiva mundial, não tem seu ensino tão efetivo no Brasil quanto em outros países. Essa conclusão foi extraída do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) de 2015, que mostrava o Brasil nas últimas colocações no quesito ensino de física (BRASIL, 2016).

De uma visão interna, Moreira (2014) destaca as dificuldades que, tanto docentes, quanto discentes, sentem no processo de ensino-aprendizagem da física. Ele enfatiza que a falta de contextualização na apresentação de um novo assunto e a falta de experimentação no processo de ensino, como algumas das causas do país ser tão carente em ensino-aprendizagem desta disciplina.

Ensinar física é, sem dúvidas, desafiador. Mais ainda se pensarmos numa proposta inclusiva para estudantes surdos. No Brasil, a educação inclusiva de surdos tem avançado de forma promissora desde a constituição de 1988 que

[...] assegurou a todas as crianças brasileiras o direito de 'ser', sendo diferente nas escolas, instituindo como um dos princípios do ensino a igualdade de condições de acesso e permanência na escola (art. 206, inciso I). Ao eleger como fundamento da nossa República a cidadania e a dignidade da pessoa humana (art. 1º, incisos II e III), e como um dos seus objetivos fundamentais [...] a promoção do bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação (art. 3º, inciso IV) (BRASIL, 1988, p. 230).

A inclusão dos surdos vem sendo cada vez mais desenvolvida e discutida em todos os âmbitos sociais, não só na educação. Abreu (2014) destaca que o Brasil, nos últimos 25 anos, tem se caracterizado pela construção de uma base legal voltada à garantia de uma educação inclusiva na perspectiva do acesso, da permanência e da qualidade educacional dos alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE).

Porém, como reflexo da educação brasileira em geral, a educação voltada aos surdos, apesar de animadora se ponderarmos quantitativamente (vê-se mais surdos nas escolas), tem seu contraste na questão qualitativa. Nota-se despreparo da escola,

discriminação e consolidação de um ensino que privilegia as diferenças (ABREU, 2014, p.20).

O estudante surdo, no processo de aprendizagem de física, confronta-se com as dificuldades da falta de contextualização e da falta de experimentação, citadas por Moreira (2014), somadas ao despreparo da escola e dos docentes para acolherem esse tipo de estudante, como citado por Abreu (2014).

Estudantes surdos, devido ao precário atendimento as suas necessidades por parte das escolas, sofrem consequências graves em suas formações. A diferença entre médias do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), por exemplo, em 2011, nas notas de ciências da natureza e suas tecnologias, entre estudantes surdos e não surdos foi de quase 100 pontos (MARTINS e LACERDA, 2015, p.96). Em relação ao número de estudantes surdos matriculados em universidades, houve um aumento nos últimos anos, porém, a taxa de evasão destes também teve crescimento (ZILIOTO *et al*, 2018, p.729).

Neste trabalho nos propusemos, ao considerarmos as problemáticas citadas por Moreira (2014) e por Abreu (2014), e promovendo atividades com material adaptado para estudantes surdos, a encontrar meios para proporcionar um ensino mais eficiente de conceitos de física, particularmente de eletrodinâmica. Procuramos, através de uma conversação formal de apresentação do conteúdo e sua contextualização histórico-científica, “situar” os estudantes no contexto CTS. Todo o processo foi disposto de maneira bilíngue, em português e em Língua Brasileira de Sinais (Libras) para podermos dar condições mínimas para o acompanhamento dos estudantes surdos.

Nossa preocupação em incluir a contextualização histórica na proposta pedagógica fundamentou-se na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BRASIL, 2017, p. 550).

Segundo a BNCC (2017, p.550), a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar

hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.

Para promover um processo educativo mais inclusivo, fez-se necessário nos apropriarmos de conhecimentos de Libras para nos comunicarmos com estudantes surdos. Sem isso não existiriam trocas de ideias e experiências com estes estudantes e, conseqüentemente, não haveria troca de conhecimentos. Domanovski e Vassão (2016) afirmam que:

A maioria das escolas não apresenta as condições mínimas de comunicação entre a comunidade escolar e o aluno surdo, visto que se faz necessário considerar a língua materna do surdo que é Libras, a qual ele precisa dominá-la por completo, para posteriormente ser trabalhado na língua portuguesa que seria para o surdo, uma segunda língua (DOMANOVSKI; VASSÃO, 2016, p.3).

É, portanto, onde existam estudantes surdos, essencial a presença de intérpretes de Libras durante as aulas. Como infelizmente em muitas escolas tal presença é negligenciada, o processo de ensino-aprendizagem de estudantes surdos acaba sendo deixado em segundo plano.

Buscamos um reforço visual de nosso conhecimento por muitas razões; a mais importante delas é o caráter direto da informação, a proximidade da experiência real (DONDIS, 2015, p.6). Isso não é diferente para surdos, sendo de suma importância estabelecer a comunicação, trocar ideias e conhecimentos por meio do recurso visual.

Procedimentos metodológicos

As atividades didáticas foram aplicadas com estudantes do 3º ano do ensino médio do Colégio Estadual Paes de Carvalho, localizada no centro comercial de Belém-PA. Na referida escola, estudantes ouvintes e estudantes surdos frequentam as mesmas salas de aula. Onde há estudantes surdos, há também intérpretes de Libras para auxiliá-los.

A sequência didática proposta foi dividida em três momentos escolhidos segundo o processo de Transposição Didática. Segundo Chevallard (1991), a transposição didática se define como:

Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto

a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamada Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991, p.2).

O primeiro momento da sequência didática baseou-se na conversação, tanto em língua portuguesa quanto em Libras, sobre eletricidade. Fizemos uma abordagem histórica, explicitando a construção do conhecimento de eletricidade, que partiu de estudos sem muitas finalidades para se tornar a base conceitual de uma das formas de energia mais utilizadas no mundo. Buscávamos impulsionar a compreensão de que o processo científico costuma ser um processo lento e gradativo, que envolve várias pessoas e que pode produzir novas tecnologias.

O segundo momento da sequência didática consistia na divisão de grupos (de três a quatro integrantes cada) para a construção e o teste do experimento da lâmpada caseira. A finalidade era retratar o primeiro experimento que deu funcionalidade a energia elétrica e promover o estudo sobre a primeira lei de *Ohm*.

A construção do experimento foi feita pelos estudantes, com orientações dos ministrantes da sequência didática. Durante a construção houve muita discussão sobre choques elétricos ou o que iria ocorrer na realização daquele experimento. Os aprendizes foram bastante participativos neste momento.

Após a realização do experimento, começou a terceira etapa da sequência didática, que se baseou na discussão conceitual sobre o observado no experimento, explicitando a primeira lei de *Ohm* e o efeito *Joule*. Mais uma vez, vale ressaltar a participação ativa dos estudantes. Acreditamos que, devido ao bom desenvolvimento das etapas anteriores e também por conta de tal temática fazer parte do conteúdo avaliativo da disciplina, a motivação dos estudantes cresceu ao longo da realização das atividades.

Disponibilizamos material de apoio para os estudantes e para a intérprete de Libras que nos acompanhou nas três etapas. O material oferecia alguns conceitos físicos, como resistência elétrica e corrente elétrica, em Libras. Não encontramos o termo “efeito *Joule*” representado em Libras. Consequentemente, não havia no material a representação deste efeito. Durante a atividade, com a ajuda da intérprete de Libras, foi possível representar a ideia de forma que a estudante surda pudesse

entender. O material pode ser encontrado no endereço <https://onedrive.live.com/fisicacomlibras1>.

Para obtermos dados a serem analisados foi empregado um método de comparação entre o que os estudantes conheciam da temática previamente e o que passaram a conhecer após a realização da sequência didática proposta. Essa avaliação dos saberes foi feita através de mapas conceituais construídos pelos estudantes, um mapa prévio e um mapa posterior de cada um.

Resultados e discussão

A avaliação prévia e póstuma dos estudantes se deu através de mapas conceituais, ferramentas de avaliação dinâmica, sem um modelo certo ou errado. Segundo Moreira (2010):

Os mapas conceituais também podem ser utilizados como ferramentas avaliativas, mas sempre considerando que, assim como proposto na teoria da aprendizagem significativa, o conhecimento tem a influência das experiências pessoais e prévias, significando que dois mapas conceituais sobre o mesmo assunto e elaborados por pessoas diferentes nunca serão iguais. Muitas vezes, nem mesmo dois mapas realizados pelo mesmo indivíduo podem ser iguais, pois o aprendizado e a estrutura cognitiva são dinâmicos, resultando, assim, em diversos pontos de vista e interpretações. Dessa forma, a avaliação deve levar em conta que não existe um mapa conceitual correto e preocupar-se em avaliar qualitativamente o conhecimento e aprendizagem significativa que são transmitidos pelos conceitos e interligações representados nos mapas (MOREIRA, 2010, p. 4).

Ao analisar os mapas, verificou-se que os alunos se lembravam de alguns pontos importantes como corrente elétrica, corrente alternada, polo negativo, carga elétrica, potência elétrica, condutores, resistência elétrica (os mapas podem ser encontrados no endereço <https://onedrive.live.com/fisicacomlibras2>). Muitos disseram que tinham estudado o assunto há pouco tempo, assim, a atividade tornou-se de consolidação dos assuntos e, ainda, contribuiu para acrescentar conhecimentos sobre o contexto histórico da eletricidade.

A discussão histórica prendeu bastante a atenção dos aprendizes, causando dúvidas e gerando discussões construtivas, de modo a promover muito bem a intercessão entre ciência, tecnologia e sociedade buscada.

Após as atividades, verificou-se a visualização dos elementos estudados no experimento, onde os estudantes conseguiram identificar as pilhas como DDP, os fios boca de jacaré como transportadores e “organizadores” da corrente elétrica e o grafite

como a resistência. Através do experimento, percebeu-se que o objetivo de compreender teoricamente a primeira lei de *Ohm* foi atingido.

Com a produção do último mapa conceitual, verificou-se uma significativa melhora no entendimento dos estudantes, onde mais detalhamentos e mais ramificações foram encontrados. As novas informações, relacionadas ao contexto histórico, como o fato de Alessandro Volta acreditar que a eletricidade do corpo humano era a mesma produzida em laboratório, ou o fato de Luigi Galvani acreditar que a eletricidade humana era diferente, uma eletricidade animal, bem como a DDP, as leis de *Ohm*, a eletricidade do corpo humano, tudo isso pôde ser percebido na terceira e última atividade.

O material didático, que possuía tradução de palavras usadas na física para auxiliar a intérprete, e também para leitura da estudante surda, foi bem aceito e as surpreendeu. Elas, melhor que nós, reconhecem que a utilização de materiais didáticos bilíngues ainda é escassa no país. Além disso, ressalvamos que, normalmente, os intérpretes não possuem formação específica em uma determinada disciplina, necessitando, assim, de orientações para a tradução de certas palavras.

Conclusão

Neste trabalho, nos propusemos a promover o aprendizado de conceitos de eletrodinâmica utilizando a contextualização histórico-científica e um experimento, tanto para estudantes ouvintes com para estudantes surdos. Apesar da dificuldade na comunicação verbal, pudemos aproveitar a comunicação não verbal para trabalhar a observação visual dos estudantes.

O material didático bilíngue que construímos auxiliou sobremaneira a tradução da intérprete de Libras e, conseqüentemente, o aprendizado da estudante surda. Evidenciamos a necessidade de produzir um material de apoio adequado e que possa ser antecipado para os intérpretes de Libras, já que estes precisam estudar tal material para encontrarem maneiras de facilitar o aprendizado de estudantes surdos.

Por último, reconhecemos a importância da interdisciplinaridade na vida estudantil. Trabalhar conceitos de eletrodinâmica através de uma metodologia baseada em contextualização histórica, experimentos e mapas conceituais foi muito satisfatório. Os estudantes apresentaram, através de suas participações, evidências de aprendizado sobre corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica e

primeira lei de *Ohm*, legitimando que, através da sequência didática proposta, enriqueceram seus conhecimentos em relação a temática.

Referências

- ABREU, J. A. **Ensino de física e surdez construindo conceitos e criando sinais**. Monografia parcial de curso. Curso de licenciatura em Física da Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ, 2014.
- BRASIL**. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.
- BRASIL**. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa. Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. OCDE. Fundação Santillana. São Paulo, 2016.
- BRASIL**. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (Terceira Versão). DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_s_ite.pdf>. Acessado em 11/10/2019.
- CHEVALLARD, Yves. **La tranposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Traduzida por Claudia Gilman. Editora Aique: Buenos Aires. 1991.
- DONDIS, D. A. **Sintaxe da linguagem visual**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.
- DOMANOVSKI, M.; VASSÃO, A. M. **A importância da libras para inclusão escolar do surdo**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2016. Curitiba: SEED/PR., 2018. V.1. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_edespecial_unicentro_marilenedomanovski.pdf>. Acessado em 18/11/2019.
- MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.
- MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Porto Alegre-RS, 2014.
- MARTINS, D.A.; LACERDA, C. B. F. **Exame Nacional do Ensino Médio e acesso de estudantes surdos ao Ensino Superior Brasileiro**. Pro-Posições, Campinas, v. 26, n. 3, p. 83-101, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pp/v26n3/0103-7307-pp-26-03-0083.pdf>>. Acessado em 20/11/2019.
- ZILIOTTO, D. M.; SOUZA, D. J.; ANDRADE, F. I. **Quando a inclusão não se efetiva: a evasão de alunos surdos no ensino superior**. Revista Educação Especial, v. 31, n. 62, p. 727 740, jul./set. 2018. Santa Maria. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial>>. Acessado em 25/11/2019.

O USO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS PARA A ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA MODERNA

THE USE OF COMIC'S BOOKS FOR THE APPROACH TO MODERN PHYSICS CONTENT

Larissa Sozo¹, Monica Abrantes Galindo²

¹ Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- UNESP / sozolarissa@hotmail.com

² Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- UNESP ”/ Departamento de Educação/ monica.galindo@unesp.br

Resumo

Este trabalho relata e analisa uma atividade de produção de Histórias em Quadrinhos (HQs) no ensino de física moderna, dos alunos de uma escola estadual e central do noroeste paulista parceira do projeto PIBID. A atividade foi desenvolvida com os estudantes do 3º ano do ensino médio, e planejada e executada pela bolsista juntamente com o professor responsável pela disciplina. O objetivo foi analisar como os alunos reapresentam os temas de física moderna, já que previamente foi proposta uma busca textual acerca dos conteúdos selecionados, e assim, desenvolvessem suas próprias HQs sobre o tema, explicando-o e exemplificando-o através do desenvolvimento da história. No final da atividade, foi proposto também um questionário, para que fosse possível analisar se os alunos já haviam trabalhado desta maneira na disciplina de física, e para analisar a aprendizagem dos educandos com essa atividade. Como resultados obtivemos seis histórias, cada uma de um tema específico de física moderna. Foi possível observar que os educandos não estão habituados a trabalharem desta maneira, mas verificamos a apropriação e o domínio dos conteúdos físicos nas histórias elaboradas. Concluímos que a utilização da HQ é uma proposta acessível em sala de aula, e no ensino de física moderna, uma vez que chamou a atenção dos alunos para os temas discutidos, e também proporcionou a estes a participação ativa no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: PIBID, Ensino de Física, Histórias em Quadrinhos.

Abstract

This paper reports and analyzes an activity of production of Comic's Books in the teaching of modern physics, of the students of a state and central school of the northwest of São Paulo partner of the PIBID project. The activity was developed with the students of the 3rd year of high school, and planned and executed by the scholarship holder together with the teacher responsible for the discipline. The objective was to analyze how students reintroduce the themes of modern physics, since a textual search was previously proposed about the selected contents, and thus develop their own comics on the subject, explaining it and exemplifying it through the development of history. At the end of the activity, a questionnaire was also proposed, so that it was possible to analyze whether the students had already worked in this way in the physics discipline, and to analyze the learning of the

students with this activity. As a result we obtained six stories, each of a specific theme of modern physics. It was possible to observe that the students are not used to working in this way, but we verified the appropriation and mastery of the physical contents in the elaborated stories. We conclude that the use of Comic's Books is an accessible proposal in the classroom, and in the teaching of modern physics, since it drew the attention of students to the topics discussed, and also provided them with active participation in the teaching-learning process.

Keywords: PIBID, Physical teaching, Comic's Books.

Introdução

As atividades a respeito da utilização de histórias em quadrinhos (HQ) de física já são bem conhecidas e há vários depoimentos sobre sua utilização em sala de aula. Segundo Pena (2003, p.21) sua utilização e aplicação em sala de aula, fica a critério do professor, dentre as possibilidades temos: (i) usá-los como motivação para iniciar o tema; (ii) criar situações problemas; (iii) complementar o tema discutido; (iv) propor atividades com o quadrinho, como por exemplo, os alunos desenvolverem suas próprias histórias, entre outras. Em suma, para Pena (2003, p.21) a HQ é uma poderosa linguagem para o ensino de ciências. Neste mesmo âmbito da utilização das histórias em quadrinhos, Testoni (2005), diz que a HQ estabelece em sua utilização uma série de ações cognitivas que podem ser exploradas em situações de ensino.

As HQ's são lidas em sua maioria, pelo público mais jovem, em idade escolar, por possuir um caráter popular e lúdico, também apresentando uma ligação com o cognitivo de quem realiza sua leitura. De acordo com Testoni e Abib:

[...] a História em Quadrinho pode ser vista como uma fonte acessível, um instrumento que faz parte do cotidiano do discente, o que, em uma primeira fase, causaria um contato mais direto entre o aluno e o material utilizado. Salienta-se também que a linguagem e formatação proposta pelas HQ são colocadas da forma mais acessível possível, criando uma narrativa dinâmica, com proposição de desafios e atividades cognitivas ao leitor. (TESTONI; ABIB, 2003, p.2).

Neste contexto, utilizando como base o artigo "Produção de Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Física" (CORRÊA, et al., 2015), foi proposta uma atividade dentro do programa PIBID para que os alunos de uma escola de uma cidade do noroeste de São Paulo, produzissem suas próprias histórias em quadrinhos relacionadas aos temas do quarto bimestre letivo de 2019.

O conteúdo apresentado para os alunos durante esse bimestre foi física moderna, que segundo Monteiro (2009), uma das justificativas para sua introdução na educação básica é que o ensino de física moderna e contemporânea facilita a possibilidade de os estudantes desenvolverem um entusiasmo mais duradouro pela ciência. Carvalho e Zanetic (2004) defendem que a introdução à física moderna deverá ocorrer em articulação com a arte. Sendo assim, o ensino de física articulado com a utilização dos quadrinhos, pode favorecer uma educação que desperte o interesse dos discentes para aspectos cotidianos ligados aos conteúdos vistos em sala.

Sobre a dificuldade da abordagem de física moderna no ensino médio, Brockington e Pietrocola (2005) relatam que os desafios não são apenas a complexidade dos tópicos impostos, mas também uma insegurança inerente a qualquer tentativa de mudança no contexto escolar. “Grande parte dos professores está presa a um cenário pedagógico sem muita flexibilidade, seja por prescrições de conteúdo, horários restritos e especificidades de suas próprias disciplinas” (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p.387).

Atendendo à BNCC, a criação de HQs permite trabalhar os conteúdos de maneira contextualizada e se houver possibilidade, de maneira interdisciplinar, pois colaboram com a leitura, escrita e artes. A BNCC traz como uma habilidade a ser desenvolvida pelos alunos, a capacidade de interpretar textos de divulgação científica disponíveis em diferentes mídias, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2017, p.559), dessa maneira, podemos dizer que a busca textual realizada antes da confecção dos quadrinhos pode contribuir para o desenvolvimento dessa habilidade específica.

Diante das dificuldades encontradas para a apresentação de física moderna aos estudantes, visamos propor e analisar neste artigo de que maneira a produção de uma história em quadrinhos pelos próprios alunos faz com que estes participem mais ativamente do processo de ensino-aprendizagem e como os alunos apresentam os temas científicos da física moderna, ou melhor, como reapresentam esses temas, visto que a atividade será iniciada com uma proposta de pesquisa sobre os temas.

O contexto

A atividade apresentada neste trabalho foi desenvolvida no período de participação como bolsista no projeto PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência -, que tem como objetivo, introduzir os alunos da universidade na atividade docente. Supervisionados pelo professor responsável da disciplina de física, que é licenciado em física, os bolsistas têm o propósito de ajudar a planejar as aulas, observar como o professor age em situações corriqueiras do dia a dia, e também podem propor intervenções nas aulas, que diferenciem e complementem a abordagem feita pelo professor.

A importância do projeto também se dá no âmbito da formação de professores, já que a participação no Programa possibilita que os futuros docentes se insiram em uma perspectiva de constante pesquisa acerca da didática a ser utilizada em sala de aula e também ao ato de poderem aplicar o fruto dessas pesquisas em suas aulas.

O projeto é filiado a uma escola estadual e central de uma cidade do noroeste paulista. No Projeto Político Pedagógico de 2019 da escola notamos que uma das metas é prezar pelo desenvolvimento da autonomia intelectual e pensamento crítico do aluno, e também por estratégias que envolvam trabalhos em grupos com os estudantes. Sendo assim, a produção de HQs no formato proposto pode contribuir para que essas metas sejam alcançadas.

A turma na qual a atividade foi desenvolvida era do terceiro ano do ensino médio, composta aproximadamente por vinte e seis alunos, com idade entre 16 e 17 anos. O desenvolvimento da atividade ocorreu no quarto bimestre letivo, no qual o professor abordou o conteúdo de física moderna. Os alunos eram muito participativos nas aulas de física, e, no começo da atividade apresentaram certa

resistência em realizá-la por nunca terem trabalhado com Histórias em Quadrinhos na disciplina de física anteriormente, porém por possuírem muita disposição em realizar quaisquer atividades propostas, não houve dificuldade em relação à motivação dos mesmos.

Desenvolvimento da atividade

A atividade foi planejada juntamente com o professor responsável pela disciplina de física e a orientadora do PIBID. A atividade foi dividida em três momentos: proposta de levantamento de informações sobre os temas, produção dos quadrinhos, e por fim, um questionário a respeito do trabalho realizado. Ao todo, a duração da mesma foi de aproximadamente um mês letivo, utilizando apenas alguns minutos de cada aula para orientar os discentes.

Inicialmente os alunos dividiram-se em seis grupos, os quais receberam um tema relacionado ao quarto bimestre letivo: luz, relatividade, efeito fotoelétrico, princípio da incerteza, força nuclear e energia nuclear. Foi proposto que os grupos desenvolvessem uma busca, podendo ser em livros ou na internet acerca do tema escolhido.

Uma aula foi reservada para uma breve explicação das características presentes em um quadrinho, como por exemplo, onomatopeias, balões de diálogo ou pensamento, enredo da história, etc. Ao final desta aula, foi proposto que cada grupo de alunos desenvolvessem seus próprios quadrinhos relacionados ao tema anteriormente pesquisado.

Na sequência da elaboração dos quadrinhos, foi proposto um questionário com cinco perguntas, para que fosse possível perceber se os discentes utilizavam as HQs em outras disciplinas e também para estudar física e quais conceitos físicos foram abordados em suas histórias.

Resultados e Discussões

As histórias confeccionadas pelos alunos enquadram-se, segundo Viera (2018), como objetos educacionais avaliativos e decodificadores, ou seja, as HQs são associadas aos conhecimentos escolares tendo como enfoque principal identificar e verificar como os estudantes relacionam os conceitos físicos com o cotidiano. E ainda, segundo a autora, “identificar como os estudantes reinterpretam o discurso científico e quais construções conseguem articular.” (VIEIRA, E.F, 2018).

Os discentes fizeram inúmeras referências ao ambiente escolar e ao professor de física, a HQ sobre luz, conta a história de Luna, cuja mãe, cientista, negra, e professora, chega em casa após uma de suas aulas, e então segue-se um diálogo sobre como foi o dia da mãe, que ministrou as aulas do dia sobre luz. Assim, a filha Luna, pede para que a mãe explique a ela este conceito. Pode-se notar a curiosidade da filha sobre tema, e também há menções sobre Thomas Young, Isaac Newton, Max Planck e Albert Einstein enquanto a mãe faz uma breve explicação sobre a história da natureza ondulatória da luz. A conversa continua com a mãe dando exemplos dos aparelhos que possuem em casa que utilizam o espectro foto eletromagnético. Pode-se perceber ao longo da história, os detalhes dos ambientes da casa, e também como os estudantes relacionam o tema com o cotidiano.

A história sobre relatividade passa-se no pátio da escola, enquanto alguns amigos conversam sobre as teorias de Einstein e Galileu, sobre as quais um menino acredita em uma, e os outros tentam convencê-lo da supremacia da outra. Assim, ambos os amigos têm que explicar os pontos principais das duas teorias. Os discentes utilizaram muitas gírias do dia-a-dia, fazendo com que a história se tornasse mais descontraída.

Os alunos também desenvolveram “Professor Luís em: Efeito Fotoelétrico”, que do mesmo modo das outras HQ’s, passa-se na escola, em sala de aula, com o professor Luís introduzindo o conceito de efeito fotoelétrico, o que por sua vez, foi explicado de maneira muito parecida pelo professor responsável da disciplina de física durante o bimestre. Luís pede para que os alunos deem exemplos sobre o tema, e através dos balões de imaginação, podemos ver os estudantes pensando nos exemplos listados pelos colegas. Os detalhes da sala de aula foram expressos através do uso de lousa, giz e as carteiras dos alunos.

No trabalho sobre o princípio da incerteza, os alunos fizeram menção à hipótese do gato de Schrödinger. Temos como protagonista Pink, um gato que se encontra dormindo dentro de uma caixa, e começa a sentir cheiro de “peixe passado”. Ao fundo das ilustrações, vemos que sua vida está diminuindo conforme o cheiro aumenta, e também que há algum material radioativo no fundo da caixa. Por fim, Pink acorda assustado com esse sonho terrível, e tranquiliza-se ao saber que ainda está vivo.

Na HQ sobre energia nuclear, temos um professor explicando para os alunos o funcionamento do reator de água fervente, o processo de condensação, e com ilustrações das turbinas e geradores, os alunos explicam como essa rotação é transferida para o gerador que transforma esse movimento em eletricidade.

Em “Um dia no mundo dos Átomos”, os estudantes desenvolveram um diálogo que ocorre no núcleo de um átomo, entre os prótons ali presentes, eles se encontram surpresos por possuírem sinais iguais e não se repelirem: *“como é possível estarmos todos juntos aqui no núcleo do átomo? Nós temos sinais iguais!”*. Até que um nêutron chega para acalmá-los e explicar que existe uma força nuclear agindo sobre eles: *“[...] os prótons quando estão separados por uma distância igual ou inferior a $10^{-15}m$ [...]”; “[...] como no núcleo estamos separados por essa distância, somos fortemente atraídos uns pelos outros pela força nuclear.”*

Para a análise dos questionários, os mesmos foram divididos entre as perguntas sobre os conhecimentos específicos de física e as perguntas que permitem analisar o uso das HQ’s sob as perspectivas dos alunos. Foram feitas as seguintes questões:

Questão 1: “Liste os conceitos físicos que você utilizou em seu quadrinho”

Em todos os questionários analisados, os alunos listaram a grande maioria dos conceitos físicos presentes em sua HQ. Como por exemplo: *“utilizamos a teoria da relatividade de Einstein e Galileu”, “contexto histórico da luz”, “meios de propagação da luz”, “utilizamos a forma e o processo de como a energia nuclear é utilizada e gerada”,* entre outros.

Questão 2: “Você aprendeu algo que não sabia sobre o tema? O que? ”

Os alunos relatam não terem conhecimento sobre a teoria da relatividade de Galileu, e também, em alguns questionários, os discentes disseram que não haviam

lido ou pensado em ligações do tema com o cotidiano, o que, segundo os mesmos, precisou aprofundamento e buscas acerca do tema.

A questão 3 foi específica para cada grupo, relacionada ao tema da HQ desenvolvida, como por exemplo: “aponte aspectos positivos e negativos da energia nuclear”, “o que se deve fazer para que um elétron ‘escape’ da superfície de um metal?”

Todos os grupos responderam com suas próprias palavras as questões propostas: “*expor o elétron a radiação eletromagnética, como a luz.*”, “[...] *a vantagem (da energia nuclear) é que ela evita o efeito estufa, mas o material é altamente radioativo [...]*”.

Nesta parte da atividade, foi possível notar que ao escrever as histórias, os alunos tendem a realizarem mais conexões do conteúdo com o cotidiano, para facilitar a sistematização do mesmo. Já nos questionários, foi possível perceber que os estudantes se atentam mais na escrita científica do que realmente na sistematização do conteúdo, nas repostas dos questionários, é possível ver algumas fórmulas matemáticas, as quais não são apresentadas nas histórias escritas pelos educandos.

Também fica evidente que os estudantes desenvolveram habilidades de trabalho em grupo e que a construção do conhecimento foi uma ação coletiva, pois foi possível observar em sala, que antes de responderem os questionários, cada grupo realizava um breve debate sobre quais conceitos utilizarem em suas respostas.

Questão 4: “Você considera que a confecção do quadrinho fez você pesquisar mais sobre os temas abordados?”

Todos os discentes responderam que para a confecção da HQs foi necessário realizar buscas textuais e discussões em grupo, dentre as respostas, podemos destacar “[...] *para relacionar a história com o tema, foi preciso pesquisar mais.*”, “[...] *havia estudado essa matéria ao longo do bimestre, mas para ficar na cabeça o trabalho do quadrinho foi essencial.*”, “[...] *tanto na parte da física quanto artística, para conseguir fazer o quadrinho dentro dos padrões.*”.

Com base nesses dados, podemos dizer que os quadrinhos auxiliaram os discentes de diversas maneiras, como para a procura de informações, trabalho em grupo, desenvolvimento de aspectos artísticos e de linguagens do mesmo, assim, podemos considerar que a confecção de HQs pelos alunos também pode ser considerada uma proposta interdisciplinar de ensino.

Questão 5: “Você já havia estudado com o auxílio de HQs?”

Aproximadamente 42% dos alunos relataram já terem estudado anteriormente com o auxílio de HQs, e 42% também relataram nunca terem utilizado para estudo. 16% dos discentes informaram que já haviam estudado, porém somente na disciplina de língua portuguesa, um aluno destacou as tirinhas de Matilda e Garfield, um aluno destacou que já havia lido alguns quadrinhos e tirinhas no livro didático utilizado na escola. Os discentes também descrevem que os quadrinhos eram mais comuns no Ensino Fundamental, não sendo tão utilizados pelos professores do Ensino Médio.

Considerações Finais

Visamos propor e analisar neste artigo de que maneira a produção de uma história em quadrinhos pelos próprios alunos faz com que estes participem mais ativamente do processo de ensino-aprendizagem e como os alunos apresentam os temas científicos da física moderna ou melhor como os reapresentam, considerando que entraram em contato com os temas através de suas buscas textuais.

A resposta aos questionários nos aponta alguns itens de sua participação mais ativa, visto que indicou que os alunos selecionaram os conceitos físicos utilizados em seus quadrinhos – conforme foi solicitado. Responderam também no questionário que as buscas os fizeram aprender coisas novas a respeito dos temas propostos. As questões específicas relacionadas aos temas foram respondidas de forma coerente, utilizando suas próprias palavras e buscando relações com o cotidiano. O levantamento de dados e a escrita em grupo permitiram que os alunos discutissem o tema e o desenvolvimento da história coletivamente.

Quatro das histórias acontecem diretamente ligadas à escola ou seus atores – professores em casa ou na própria escola ou alunos discutindo um tema entre si. O contexto e o conteúdo científicos vêm na forma de uma explicação ou discussão sobre eles feita pelo professor ou pelos alunos entre si.

Já duas das histórias têm o conteúdo ou o contexto científico como parte dos personagens: o gato de Schrödinger e os prótons no núcleo do átomo. Nessas histórias os protagonistas discutem suas características ou situação científicas, há um esforço de trazer para a forma dos personagens as características ou situações dadas pelo conhecimento físico.

Nas quatro histórias ligadas à escola, duas tinham como protagonistas professores homens, uma era uma professora negra e a outra um grupo de alunos. A inclusão da curiosidade partindo de uma menina e a conversa com sua mãe, negra e professora de física é um elemento interessante de destaque no processo de desnaturalização de quem pode falar sobre as ciências naturais, tido majoritariamente como um lugar do cientista ou do professor homem e branco.

Embora a física seja constantemente ligada à matemática, contas e fórmulas, os alunos tiveram o cuidado de não utilizar essa linguagem nos quadrinhos. A escrita da HQ envolveu a participação de todos os educandos, e também os “desprende” dos conceitos matemáticos que muitas vezes são descritos por eles como maçantes. A produção das HQs estimulou os discentes a pensarem os conceitos físicos do cotidiano e no cotidiano além de, em alguns casos, a história por traz de sua descoberta.

Podemos afirmar também, que a HQ pode se constituir em um material flexível para os professores, pois sendo utilizada desta maneira fez com que os alunos necessitassem ler mais antes das aulas, construindo suas próprias concepções sobre o assunto, o que facilitou para o professor no momento de introdução dos mesmos. E por ser um material que abordou a escrita, leitura, artes e ao mesmo tempo, os conteúdos de física com os alunos, essa atividade pode ser também utilizada como recurso para aulas interdisciplinares na escola, mostrando que a física não é “distante das outras aulas” como vemos em muitos relatos dos estudantes sobre esta disciplina.

Com a atividade concluímos que o uso da HQ é uma proposta acessível e de vários usos em sala de aula, uma vez que se encontra no cotidiano dos alunos e pode atrair a atenção e motivá-los para a aprendizagem dos conteúdos físicos,

fazendo com que os alunos despertem o interesse pela ciência de forma mais descontraída. Também foi possível concluir que o trabalho em grupo é fundamental para a apresentação e representação dos conhecimentos pelos alunos, pois ao formularem suas histórias e respostas realizavam debates com os colegas sobre as diferentes concepções sobre o conteúdo de física moderna proposto, formulando assim, uma resposta final para a questão, com base nas pesquisas anteriormente realizadas.

Referências

- BRAZ, K. M.; FERNANDES, S. A. Histórias em Quadrinhos: um recurso didático para as aulas de física. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória, ES. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0525-1.pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2020.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- CARVALHO, S.; ZANETIC, J. Ciência e arte, razão e imaginação: complementos necessários à compreensão da física moderna. 2004. In: **Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física**, 9., 2004, Jaboticatubas. Anais... São Paulo: SBF, 2004.
- CORRÊA, M. V. et. al. Produção de Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Física. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Uberlândia, 2015. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0965-1.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- MONTEIRO, M. A. et. al. Dificuldades dos professores em introduzir a física moderna no ensino médio: a necessidade de superação da racionalidade técnica nos processos formativos. In: NARDI, R. **Ensino de Ciências e Matemática, I: temas sobre a formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. p. 145-157.
- PENA, F. L. A. Como trabalhar com “TIRINHAS” nas aulas de Física. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a08.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.
- TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. **Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Física**: uma proposta para o ensino sobre inércia. 158 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- VIEIRA, E. F. **Histórias em Quadrinhos na Formação Inicial de Professores de Física**: da curiosidade à elaboração de sentidos. 283 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física/ Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ASTRONOMIA E SUAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO MÉDIO

ASTRONOMY AND ITS TECHNOLOGIES APPLIED TO HIGH SCHOOL

**Amanda Cristina dos Santos Almeida¹, *Ébano Henrique da Silva Rizério²
Vinícius Santana Pedreira³**

¹ Universidade de Brasília - UNB / Graduada no Bacharelado em Física, amanda97c@gmail.com

² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB / Mestre em Ensino de Física – UESB,
ebanorizerio@gmail.com

³ Colégio Polivalente de Vitória da Conquista / Mestre em Ensino de Física – UESB,
viniciuspadeira8@gmail.com

Resumo

A ciência mais antiga e a base de toda a ciência moderna, a Astronomia, pelo seu caráter instigante, é uma das áreas que tem atraído homens e mulheres para o estudo das ciências. Entretanto, nos últimos anos seu estudo foi agregado de forma superficial a outras áreas de conhecimento e um tanto esquecida pelos educadores. No intuito de reverter esta situação, o trabalho com astronomia foi escolhido e desenvolvido como um subprojeto de Ensino de Física em escolas do ensino médio da rede pública de ensino da cidade Salinas-MG. O trabalho possibilita aos estudantes da área de Física o acompanhamento da realidade das escolas, funcionando como um parceiro para projetos, possibilitando aos futuros professores uma maior vivência dentro da escola. O objetivo inicial foi delinear um perfil da abordagem e do conhecimento de conceitos relacionados à Astronomia e a elaboração de métodos mais efetivos para aprendizagem significativa dos alunos. Foram acompanhadas aulas em algumas turmas da segunda e terceira séries do ensino médio, com aplicação de questionários diagnósticos em apenas algumas turmas. Este trabalho propõe a construção manual de telescópios refletores como ferramenta didática para o ensino de Física e Astronomia. Cada etapa da construção pode ser aliada a conteúdos de óptica geométrica e óptica física com abordagens diferentes, dependendo do nível de conhecimento dos alunos. Foi possível verificar que a construção de telescópios refletores do tipo newtoniano mostrou-se acessível e facilmente compreendida pelos estudantes de graduação envolvidos no projeto, tornando o aprendizado de Física e outras ciências correlatas motivador e eficiente. Já a construção do telescópio refletor do tipo Cassegrain deve ser abordada apenas envolvendo alunos de cursos superiores, pois envolve processos mais complexos na obtenção e análise das superfícies dos espelhos primário e secundário.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, Tecnologia, Ensino Médio.

Abstract

The oldest science and the basis of all modern science, Astronomy, for its instigating character, is one of the areas that has attracted men and women to the study of sciences since the beginnings of human knowledge, but in the last years their study was superficially aggregated to other areas of knowledge and finally forgotten by educators. In order to reverse this situation the work with astronomy was chosen and it was developed a subproject of Physics Teaching in high schools of the public school network of the city Salinas-MG. The work enables physics students to follow the reality of schools, functioning as a partner for projects, enabling future physics teachers to have a greater experience within the school. The initial goal was to outline a profile of the approach and knowledge of concepts related to Astronomy and the development of more effective methods for meaningful student learning. The classes were followed in some classes of the second and third year of high school, and the diagnostic questionnaires were passed only questionnaires to some classes. This work proposes the manual construction of reflecting telescopes as a didactic tool for the teaching of Physics and Astronomy. Each stage of the construction can be allied to contents of geometric optics and physical optics with different approaches depending on the students' level of knowledge. It was possible to verify that the construction of Newtonian type reflecting telescopes showed to be accessible and easily understood by the graduation students involved in the project, making the learning of Physics and other related sciences motivating and efficient. The construction of the Cassegrain type reflecting telescope should be approached only involving students of higher education, since it involves more complex processes in obtaining and analyzing the surfaces of the primary and secondary mirrors.

Keywords: Astronomy Teaching, Technology, High School.

Introdução

O ensino de Astronomia pode ser iniciado pela observação do céu à vista desarmada, começando com o reconhecimento deste e, posteriormente, utilizando instrumentos astronômicos, como binóculos, telescópio refrator (luneta) e o telescópio refletor. Vários trabalhos apontam uma formação deficiente do professor no campo da Astronomia, como a principal fonte de dificuldade no momento de sua atuação em sala de aula. Contudo, nota-se que aprender nem sempre é uma tarefa atraente para os estudantes e um dos fatores para que isso aconteça é quando o aprendizado envolve somente bases teóricas, dificultando suas relações com o mundo ao seu redor. Utilizar-se da construção de telescópios como ferramenta no ensino de Astronomia, pode ser uma tarefa bastante motivadora, uma vez que, os alunos consigam entender melhor como funcionam os aparelhos e por sua vez relacioná-los com as observações, logo o estudo da Astronomia e o ensino de Física são áreas correlatadas. Além disso, quando o estudante percebe a importância do estudo da Astronomia, mesmo aquela realizada de forma simples e por astrônomos amadores, ele aprende a contemplar o céu de maneira sistemática e a preocupar-se com o entendimento de muitos fenômenos celestes, compreendendo que esta talvez seja a única área da ciência em que os amadores contribuem significativamente com informações para a comunidade científica tanto profissional quanto amadores.

Logo, pode-se afirmar que a Astronomia é uma das áreas que mais atrai e desperta a curiosidade dos alunos, desde os primeiros anos escolares até sua

formação nos cursos de graduação, abrangendo todas as áreas da ciência como, por exemplo, das Ciências Humanas e da Natureza. O ensino de Astronomia nas escolas de Ensino Fundamental e Médio tem sido objeto de diversas pesquisas na área de Educação em Ciência, mostrando que no seu ensino encontram-se diversos problemas que necessitam ser estudados visando principalmente a melhoria da qualidade dos docentes que as ministram. Este trabalho tem como objetivo motivar os graduandos de Licenciatura em Física a refletir e discutir acerca dos fenômenos físicos relacionados principalmente à óptica, através do estudo de Astronomia, colaborando assim no atendimento de pesquisas que retratam a deficiência no ensino nessa área. Além disso, através do trabalho desenvolvido pelo Grupo de Estudos de Astronomia do Departamento de Física da Unesp - Bauru, temas como Astronomia de Posição, Estrelas e Galáxias, Fases da Lua, Evolução dos Telescópios e muitos outros são estudados e preparados para serem discutidos junto aos alunos de Ensino Médio.

Ensino de Astronomia

Mesmo antes de iniciar sua formação, algumas concepções alternativas sobre fenômenos astronômicos estão firmemente arraigadas no futuro docente, tendo sua origem possivelmente na própria educação que recebeu enquanto criança, nos seus anos iniciais do Ensino Fundamental. Essas concepções normalmente persistem em parte, resultado de um curso de graduação falho ou isento de conteúdos em ensino de Astronomia. O problema da falta de um conhecimento mais aprofundado dos conceitos astronômicos é agravado pelos problemas estruturais encontrados no ambiente de ensino. Muitos materiais didáticos apresentam dados incorretos ou incompletos como é relatado por Trevisan e Lattari (1997), e a falta de equipamentos auxiliares como telescópios, cartas celestes ou simuladores computacionais, que facilitariam a visualização do objeto de estudo, aumentando o interesse dos estudantes são uma das principais dificuldades enfrentadas pelos docentes.

A utilização de materiais complementares às aulas de “quadro-negro e giz” se mostra como uma ferramenta poderosa no ensino, pois tira, aos olhos dos alunos, a Astronomia do domínio das disciplinas puramente abstratas. Estes problemas são abordados por Langhi e Nardi (2005), que após uma pesquisa com professores de séries iniciais, constatou que as principais dificuldades enfrentadas pelos educadores são: infraestrutura, que inclui a dificuldade em passeios didáticos para observatórios, planetários entre outros; material didático, muitas vezes com conceitos errados; formação e a falta de um conhecimento aprofundado dos professores na área. A carga horária vigente nas escolas é outro grande obstáculo para o ensino, não apenas em astronomia. É de grande dificuldade para os professores trabalharem tantos conteúdos em pouco tempo, e por isso muitas vezes os professores precisam decidir o que é mais relevante no ensino, não podendo abranger todas as áreas do conhecimento.

Tentativas de sanar estes vários problemas são temas de investigação. Estão sendo desenvolvidos métodos para o ensino dos temas abordados e devem ser difundidos pela comunidade educacional, tais como: utilização de softwares e sistemas tridimensionais no Ensino da Astronomia, descrever a importância do uso de imagens no Ensino da Astronomia e detalhar quais os principais conceitos necessários para que os alunos possam compreender o fenômeno, analisando alguns dos preconceitos retirados de livros didáticos.

Telescópios

A primeira parte deste trabalho envolve a construção de um telescópio newtoniano, através de método totalmente artesanal. A construção de um telescópio envolve conceitos tanto de Astronomia quanto de Física, e estes conceitos podem ser explorados em níveis específicos, dependendo a quem são destinados. Para que se entenda cada uma das características do aparelho construído, é necessário que se tenha um conhecimento básico em Astronomia abrangendo, por exemplo, a Astronomia de posição; classificação dos corpos celestes (estrelas, galáxias, planetas, nebulosas, etc.); identificação dos corpos celestes com seus respectivos movimentos em relação à Terra; magnitude (do corpo celeste), luminosidade, etc. Estes são de suma importância para observação, pois, conhecidas as características do instrumento, é possível saber o que se consegue observar com este. Um exemplo é o aparelho que capta pouca luminosidade, sendo mais adequado para observar objetos mais luminosos — como as estrelas — ou o inverso, que serviria para observar planetas.

Bernardes et al (2008) explica em seu artigo que “durante o processo de construção do aparelho, fenômenos como a reflexão de raios paraxiais provenientes de objetos muito distantes” (BERNARDES, 2008.p.107). Essa etapa realiza medidas da curvatura desse espelho a fim de definir sua distância focal. Além disso se faz necessário parabolização da superfície do espelho a fim de que seja capaz de refletir todos os raios em um único ponto, o foco.

Bernardes et al (2008) apresenta a necessidade do uso do método de Foucault para possibilitar a visualização real da superfície do vidro, conforme ilustrado na Fig. 1.



Figura 1: Superfície do vidro esmerilhado observada a olho nu e superfície do vidro esmerilhado observada no dispositivo de Foucault.

Após o esmerilhamento ilustrado na Figura 1 o espelho deve receber um tratamento de aluminização para estar pronto está pronto para se torna o espelho principal do aparelho construído. Quanto ao espelho secundário a “análise é feita através da observação de franjas de interferência, as quais devem ser completamente paralelas, garantindo a planicidade desse espelho” (BERNARDES, 2008.p.108).

Quanto as lentes, sabe-se que as lentes oculares podem apresentar aberrações e podem ser corrigidas por, ao menos três tipos de lentes: uma que corrija aberração cromática, outra que corrija aberração esférica e uma terceira que aumente o campo de visão.

Bernardes (2008) utiliza a figura a seguir para ilustrar o conjunto que compõe a lente ocular.

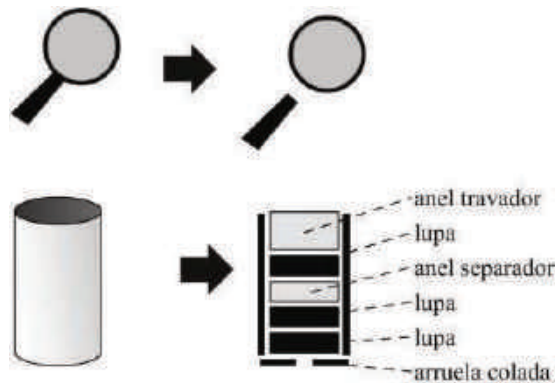


Figura 02: Esquema utilizado na obtenção da lente ocular.

Fonte: Bernardes (2008)

Seguindo informações propostas por Bernardes (2008) utilizou-se para construção da lente ocular: três lupas de 50 mm de diâmetro cada, um cano de pvc do mesmo diâmetro interno das lupas e arruelas para sustentação das lentes.

A etapa seguinte do trabalho é a discussão da temática pelos alunos de Licenciatura em Física, do Campus Salinas-MG. Para conseguir atender aos objetivos propostos faz –se necessário o estudo sobre: História da Astronomia, Instrumentos Astronômicos, Sistemas estelares, Modelos Astronômicos e Fases da Lua. Tais tópicos não são únicos, pois em virtude das discussões realizadas outros pontos podem surgir para debate.

Cada ponto deve ser apresentado por um grupo de estudantes, que deverá pesquisar em fontes confiáveis antes de expor o tema. Tal exposição pode ser feita com uso de recursos de multimídia, tendo em vista a peculiaridade do tema.

Softwares

Embora existam muitos softwares que se mostram úteis no ensino da Física, no material divulgado neste trabalho, julgou-se preferível focar o estudo em apenas quatro, escolhidos por serem livres, bastante conhecidos e diversificados na sua finalidade de uso. Especificamente, o material foca a tradicional planilha eletrônica, um software de modelagem e animação, um software de elaboração de 791 testes eletrônicos e um software de construção de mapas conceituais (e outros tipos de mapas). O material instrucional elaborado é organizado em seis capítulos, com dois capítulos dedicados a cada um dos dois primeiros softwares estudados, e um capítulo focando cada um dos demais. Ele é apresentado na forma de hipertexto, detalhando os procedimentos a serem seguidos na utilização de cada um, sempre focando um exemplo de interesse no ensino da Física, introduzido no começo do capítulo. Ao abrirem um dos softwares, é apresentada a página inicial do primeiro capítulo, “Planilha eletrônica I”. Os links na parte superior da interface estão presentes em todas as páginas do material e permitem navegar de um capítulo para outro. No fim de cada página, links facilitam a volta ao topo da página e a passagem para a próxima página (ou também para a página anterior, quando a mesma não é a primeira de um capítulo). No menu à esquerda, são mostrados os links para as

várias seções do capítulo em questão, iniciando tipicamente por uma introdução e o detalhamento de um conteúdo de Física, que serve de exemplo a partir do qual são introduzidos os vários recursos do software.

Resultados e Observações

O interesse dos estudantes foi evidente, houve grande participação com perguntas e sugestões para as aulas. Depois de mostrados alguns programas de simulação, muitos destes estudantes adquiriram alguns programas em seus computadores pessoais e relataram que estavam explorando. Para encerrar as atividades relacionadas aos conteúdos de astronomia foi passado um questionário. Este questionário foi passado apenas em algumas turmas trabalhadas. Sendo uma do segundo e outra do terceiro ano do ensino médio. No questionário avaliativo foram feitas apenas duas questões: (1) Explique dois destes fenômenos Astronômicos: Marés, Fases da Lua, Eclipse Solar, Eclipse lunar. (2) Por que é importante aprender Astronomia? Se você não considera importante, explique.

A primeira questão, relacionada aos conteúdos, teve o papel de avaliar a passagem dos conteúdos para os alunos. Apesar de alguns equívocos de conceitos a maioria dos alunos soube explicar perfeitamente como ocorre o fenômeno das marés. Na sala de aula esse conteúdo foi dado através de desenhos e animações computacionais. O fenômeno de fases da Lua, aparentemente foi o qual os alunos tiveram maior dificuldade em se expressar. A maioria optou por não responder mostrando insegurança sobre o assunto. O eclipse solar já era bem conhecido por eles, durante as aulas os alunos não tiveram dificuldade em explicar como acontecia. O maior erro cometido era inverter a explicação de o eclipse solar com o eclipse lunar. O eclipse lunar que no questionário diagnóstico foi o que teve maior número de erros conseguiu inverter a situação, após uma explicação com a maquete eles conseguiram visualizar e explicar perfeitamente como ocorre o fenômeno. Apesar de uma grande porcentagem de acertos nas questões, não podemos afirmar que o conhecimento tenha sido passado de maneira significativa, visto que foram apenas algumas aulas. Porém, um contato por mais que rápido pode servir como porta para uma pesquisa mais aprofundada pelos próprios estudantes, como foi relatado por alguns após as aulas, que assistiram documentários a respeito dos assuntos trabalhados.

A segunda questão foi para medir o nível de interesse dos alunos após um contato mais aprofundado com a astronomia. Foi relatado pela aluna C.M.: “Aprender astronomia é importante, pois assim podemos entender os fenômenos que ocorrem com o nosso planeta”.

Alguns alunos alegaram que o conteúdo era interessante, mas não achavam importante para vida, isso mostra que só a passagem de conteúdos não é o suficiente para afiar o senso crítico dos estudantes. Durante as aulas, foi relatado por muitos alunos contato com a astronomia por meio de documentários visto na televisão. Mas mesmo esses programas ainda dão um ar apenas de divulgação, sem uma abordagem mais social e crítica para os conteúdos. Um contato dos conteúdos de astronomia com fatos históricos e discussões filosóficas poderia ser uma alternativa para a evolução do pensamento crítico dos estudantes.

Considerações Finais

Com o desenvolvimento deste trabalho, tem sido possível melhor realização das aulas de Física no tema Astronomia dirigido a alunos de Ensino Médio do município de Salinas-MG. Além disso, busca-se atender os professores da Rede Pública de Ensino da cidade em questão. Assim, a sequência utilizada para abordar o ensino de Física, iniciando com a construção dos telescópios, passando para observações utilizando o aparelho construído, utilização de recursos multimídias e cursos básicos de Astronomia parece ser uma fórmula bastante eficiente no ensino desse tema. Observou-se que os resultados iniciais do projeto de construção de telescópios aplicado ao ensino de Física mostram-se bastante promissores, pois o interesse dos outros estudantes em participar do Grupo de Estudo de Astronomia é crescente. Outras atividades utilizando o aparelho construído também são executadas envolvendo os alunos do curso de Licenciatura em Física em observações astronômicas, gerando discussões acerca de fenômenos físicos e de como transpor didaticamente os conceitos envolvidos na construção do aparelho.

Pode-se, enfim, afirmar que a construção de telescópios, principalmente newtonianos, pelos alunos de Licenciatura em Física, tem sido fundamental para a motivação do ensino de Astronomia pelos futuros professores de Física. Contudo, as sessões de observação do céu, utilizando os aparelhos construídos, têm gerado inúmeras discussões sobre os conceitos físicos inerentes à construção, como formação de imagens, utilização de conjuntos de lentes, diferenças entre espelhos planos e esféricos, fatores de dificuldades no processo de construção, possibilidades de observação utilizando um aparelho ou outro, etc. Com isto, é possível contribuir efetivamente para a formação dos futuros professores de Física, e outras licenciaturas, dando a eles fundamentação teórica e prática na abordagem do ensino de Astronomia e incentivar os estudantes de Ensino Médio a questionar e entender fenômenos físicos, principalmente aqueles relacionados à óptica geométrica, através do conhecimento e utilização dos aparelhos. As aulas foram ministradas de forma acessível à aprendizagem, por isso foram utilizados poucos cálculos e teorias menos complexas, mas mesmo assim, os fenômenos principais foram compreendidos com clareza pelos estudantes. A astronomia agrada a grande maioria os estudantes e pode contribuir para a formação de futuros professores e pesquisadores na área de ensino de ciências no Brasil.

Referências

- BERNARDES, Tamara de O.; IACHEL, Gustavo; SCALVI, Rosa M. F. METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA E FÍSICA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE TELESCÓPIOS. Rev. Bras. Ensino Fís., v.28, n.3, 2006.
- BERNARDES, Tamara O.; BARBOSA, Rafael R.; IACHEL, Gustavo Iachel; NETO, Augusto Batagin Neto; PINHEIRO, Marco A.L. Pinheiro; SCALV, Rosa M. Fernandes. ABORDANDO O ENSINO DE ÓPTICA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE TELESCÓPIOS. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2006, vol.28.
- CANIATO, R. O que é Astronomia. São Paulo: Brasiliense, 1994. 100 p.
- CYSNEIROS ,P. G. NOVAS TECNOLOGIAS NA SALA DE AULA: MELHORIA DO ENSINO OU INOVAÇÃO CONSERVADORA? , Informática Educativa ,Vol 12, No, 1, 1999.

DE OLIVEIRA,E.F.; VOELZKE,M.R.; AMARAL,L.H. PERCEPÇÃO ASTRONÔMICA DE UM GRUPO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REDE ESTADUAL DE SÃO PAULO DA CIDADE DE SUZANO. RELEA-Revista Latino-Americano de Educação em Astronomia .n.4, 2007.

DIAS, C.A.C.M.; SANTA RITA, J.R.; INSERÇÃO DA ASTRONOMIA COMO DISCIPLINA CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO. RELEA- Revista Latino-americana de Educação em Astronomia n.6, 2008.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R.M.F. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O FENÔMENO DE FORMAÇÃO DAS FASES DA LUA. RELEA- Revista Latino Americano de Educação em Astronomia n.5, 2008.

KRINER, A, LAS FASES DE LA LUNA, ¿CÓMO Y CUÁNDO ENSEÑARLAS? Ciência & Educação,v.10, n.1, 2004.

LANGHI, R.; NARDI, R. DIFICULDADES INTERPRETADAS NOS DISCURSOS DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM RELAÇÃO AO ENSINO DE ASTRONOMIA. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, nº 2, p. 75-92, 2005.

LEITE, C. ; HOSSOUME ,Y. OS PROFESSORES DE CIÊNCIA E SUAS FORMAS DE PENSAR A ASTRONOMIA. RELEA -Revista Latino Americano de Educação em Astronomia. n.4, 2007.

MOURÃO, R. R. F. MANUAL DO ASTRÔNOMO. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.197 p.

PEÑA, B. M.; QUILEZ, M. J. G. THE IMPORTANCE OF IMAGES IN ASTRONOMY EDUCATION. International Journal of Science Education, v.23, nº 11, 2001.

TREVISAN, Rute Helena; LATTARI, Cleiton Joni Benetti. METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA. II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1997.

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

ACTIVE METHODOLOGIES IN PHYSICAL TEACHING: A SYSTEMATIC REVIEW

Wesley do Nascimento Ferreira¹, Flávia Pacífico Barros², Lincoanderson Oliveira Dantas³, Ercleiton Rodrigues de Macedo⁴

¹Instituto Federal do Sertão Pernambucano/Licenciatura em Física,
wesleydnf@gmail.com

²Instituto Federal do Sertão Pernambucano/Licenciatura em Física,
flabarros1403@gmail.com

³Instituto Federal do Sertão Pernambucano/Licenciatura em Física,
lincon.dantas@ifsertao-pe.edu.br

⁴Instituto Federal do Sertão Pernambucano/Licenciatura em Física,
ericleiton.rodrigues@ifsertao-pe.edu.br

Resumo

Durante muito tempo, o método tradicional perdurou como única metodologia utilizada no Ensino de Física, mas desde sempre apresentou falhas em sua abordagem, e, de alguns anos para cá, as metodologias ativas vêm surgindo como uma alternativa a esse método. Existem diversos tipos de metodologias ativas, trazendo recursos e técnicas diferentes, sempre com o mesmo objetivo de fazer com que o estudante seja o autor de seu próprio conhecimento, tendo uma aprendizagem mais significativa e baseada em sua realidade. Nesse contexto, este trabalho busca investigar como as metodologias ativas podem auxiliar o Ensino de Física e se existe uma metodologia mais eficiente. Para tanto, realizamos uma revisão sistemática de 20 artigos selecionados entre os anos de 2009 e 2019. Ficou evidente que as metodologias ativas trazem o aluno para um patamar de autonomia que não é visto no ensino tradicional. Métodos que buscam a autoeficácia por parte dos alunos bem como os inspiram através da competitividade, se destacam entre os métodos ativos analisados.

Palavras-chave: Revisão Sistemática, Métodos Ativos, Ensino de Física.

Abstract

For a long time, the traditional teaching method persisted as the only methodology used in Physics Education, but it has always presented flaws in its approach. A few years ago, active methodologies emerged as an alternative to traditional teaching method. There are several types of active methodologies, bringing different resources and techniques, but always with the same objective: making the student the author of his own knowledge, having a more meaningful learning and based on his reality. In this context, this work seeks to investigate how active methodologies can assist Physics Teaching and whether there is a more efficient methodology.

Therefore, we conducted a systematic review of 20 articles selected between the years 2009 and 2019. It has become clear that the active methodologies bring the student to a level of autonomy that is not seen in traditional education.

Keywords: Systematic Review; Active Methods; Physics Teaching.

Introdução

Um dos objetivos da pesquisa em Ensino de Física é encontrar a melhor forma que o docente possa passar o conteúdo para o discente. Nesse sentido, o método tradicional, que é o método mais utilizado, está, aos poucos, dando lugar a outros métodos mais interessantes e desafiadores, nos quais o aluno tem a possibilidade e a liberdade de se desenvolver através do seu esforço e criatividade. Para se adequar a essas mudanças que ocorrem nos processos de ensino-aprendizagem, cujo o aluno não é um mero ouvinte em sala de aula, são necessárias técnicas que estimulem o desejo da busca e da experimentação, que tornem através do desafio e da interação o processo mais atraente (HAUSCHILD, 2018).

Nesse sentido as metodologias ativas surgem como uma alternativa, pois criam situações de aprendizagem em que os alunos colocam os conhecimentos em ação, pensam e conceituam o que fazem, constroem conhecimento sobre os conteúdos envolvidos nas atividades realizadas, desenvolvem estratégias cognitivas, capacidade crítica e reflexão sobre suas práticas, aprendem a interagir com colegas e professor, além de explorar atitudes e valores pessoais (BERBEL, 2011; MORÁN, 2015). Nesse caminho, o professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisas, reflita e decida por ele mesmo o que fazer para atingir os objetivos estabelecidos (BERBEL, 2011).

Alguns exemplos de metodologias ativas mais empregadas são: Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning* [PBL]), Aprendizagem por Projetos, Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), Instrução por Pares (*Peer Instruction*), Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching* [JiTT]), dentre outras. É válido frisar que essas metodologias ativas podem ser – e é o que acontece na prática – aplicadas em sala de aula de maneira conjunta, sendo essa classificação apenas uma maneira didática de apresentá-las.

Com o objetivo de compreender a utilização de metodologias ativas no Ensino de Física, foi realizado uma revisão sistemática com artigos publicados entre 2009 e 2019. Para tanto, este trabalho foi desenvolvido com base na metodologia proposta por Kitchenham (2004) – modificada por Biolchini e colaboradores (2005) – que demanda o estabelecimento do foco de interesse da análise sistemática. Nesse sentido, foi formulada a questão da pesquisa: “Como as metodologias ativas podem colaborar com o Ensino de Física e qual é a mais eficaz?”.

Metodologia

Para responder a essa pergunta, foram selecionados artigos publicados entre os anos de 2009 a 2019 (pesquisados através das seguintes plataformas de busca: Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e Plataforma ERIC) que satisfizessem aos seguintes termos: “Metodologias ativas no Ensino de Física”,

“Active methodologies in physics teaching”, “Métodos Ativos no Ensino de Física” e “Active Methods in Physics Teaching”.

Ao utilizar esses termos de buscas, sem o filtro temporal, foram encontrados 229 arquivos. Os artigos com menos de 10 páginas e acima de 30 páginas também foram descartados, bem como os que estavam relacionados à Área da Saúde (Educação Física, Fisioterapia, etc). Ainda nesse sentido, os artigos que não tinham como foco principal o relato de experiência da metodologia ativa, como é o caso das revisões bibliográficas, das sugestões metodológicas, das discussões de grupos de pesquisa também foram desconsiderados. Após aplicar todos os critérios de seleção, chegamos a um total de 20 artigos em que foi possível realizar a análise sistemática.

Resultados e Discussão

Destes artigos revisados, três foram publicados em 2013, um em 2014, três em 2015, um em 2016, cinco em 2017, três em 2018 e quatro em 2019. A maior parte destes artigos foi publicada no Brasil, com cinco publicações em português. Os trabalhos em língua inglesa foram publicados três vezes nos Estados Unidos, duas vezes na Inglaterra, uma destas em parceria com a Irlanda, enquanto que os outros dez artigos foram publicados respectivamente na Alemanha, Austrália, China, Etiópia, Grécia, Israel, Portugal, Turquia, Ucrânia e Uruguai. Quanto aos métodos ativos usados, quatro publicações se destacaram pela utilização de Ensino Híbrido, três pelo uso de Aprendizagem Baseada em Problemas e Ensino Sob Medida, duas pelo uso de Sala de Aula Invertida, duas pelo uso de Experimentação Investigativa, uma pelo Estudo de Caso, um pela Instrução por Pares, uma pelo Método Quebra-Cabeça, uma pelo uso de Episódios de Modelagem, uma pelo uso de Gamificação e uma pelo uso da Aprendizagem Baseada em Projetos. Os artigos mencionados podem ser observados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Dados sobre os artigos

Metodologia ativa	Artigo	País	Ano
Aprendizagem Baseada em Problemas	Improving the teaching of science through discipline-based education research: An example from physics	Estados Unidos	2013
	Integrator element as a promoter of active learning in engineering teaching	Portugal	2014
	The Effect of Problem Based Learning (PBL) Instruction on Students' Motivation and Problem Solving Skills of Physics	Etiópia	2017
Sala de Aula Invertida	A sala de aula invertida na universidade pública Brasileira: evidências da prática em uma licenciatura em ciências exatas	Brasil	2019

	Student Views about a Flipped Physics Course: A Tool for Program Evaluation and Improvement	Estados Unidos	2015
Ensino sob Medida	Efficacy of Multimedia Learning Modules as Preparation for Lecture-Based Tutorials in Electromagnetism	Estados Unidos	2018
	The Formation of Learners' Motivation to Study Physics in Terms of Sustainable Development of Education in Ukraine	Ucrânia	2017
	Relato de experiência com métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio	Brasil	2015
Ensino Híbrido	Ensino Híbrido com a utilização da plataforma Moodle	Brasil	2018
	Examining the Uses of Student-Led, Teacher-Led, and Collaborative Functions of Mobile Technology and Their Impacts on Physics Achievement and Interest	China	2019
	Exploring the Effects of the Computational Experiment Approach to the Epistemic Beliefs, the Motivation, the Use of Modeling Indicators and Conceptual Understanding in Three Different Computational Learning Environments	Grécia	2013
	FísicActiva: applying active learning strategies to a large engineering lecture	Uruguai	2017
Método de Estudo de Caso	Unidade de ensino potencialmente significativa: análise da aplicação sobre efeito fotoelétrico	Brasil	2019
Instrução por Pares	Teacher-student discourse in active learning lectures: case studies from undergraduate physics	Reino Unido	2018
Método Quebra-Cabeça	The Impact of Explicit Teaching of Methodological Aspects of Physics on Scientific Beliefs and Interest	Alemanha	2017
Episódios de Modelagem	Medidas de auto eficácia discente e métodos ativos de Ensino de Física: um estudo de caso explanatório.	Brasil	2017

Gamificação	Game-Based Learning to Engage Students With Physics and Astronomy Using a Board Game	Irlanda	2019
Experimentação Investigativa	An inquiry-based approach to laboratory experiences Investigating students' ways of active learning	Austrália	2013
	Active learning environment with lenses in geometric optics	Turquia	2016
Aprendizagem Baseada em Projetos	A project-based learning approach to teaching physics for pre-service elementary school teacher education students	Israel	2016

Fonte: Própria

De uma maneira geral, todos os artigos buscaram entender melhor a essência das metodologias ativas e sua aplicação real em sala de aula, com o intuito de melhorar o ensino e, principalmente, trazer os estudantes como centro de seu próprio aprendizado, atraindo o seu interesse e desenvolvendo o raciocínio necessário para uma aprendizagem mais eficaz.

As metodologias que mais se destacaram no Ensino de Física e que poderiam servir de modelo na opinião dos autores, tendo em vista os resultados, foram Gamificação e Episódios de Modelagem. A Gamificação é interessante pois estimula a competitividade e o trabalho coletivo, fazendo com que os alunos se sintam motivados a vencer e, como consequência, o aprendizado no meio do processo acontece de forma natural e divertida. Por sua vez, a metodologia Episódios de Modelagem, que apresentou resultados da aplicação da metodologia bastante satisfatórios, é uma proposta atrativa, pois tem como foco as percepções de autoeficácia do aluno, onde seu julgamento a respeito da própria capacidade faz com que eles encarem desafios difíceis, mantenham o esforço e sejam resilientes diante do fracasso.

Embora as metodologias Ensino Híbrido, Aprendizagem Baseada em Problemas e Sala de Aula Invertida tenham sido as mais aplicadas e mais comumente utilizadas, não foram as metodologias que obtiveram os melhores resultados. Mesmo conseguindo executar as propostas metodológicas e obtendo resultados satisfatórios, alguns autores reportaram que a falta de interesse por parte dos alunos foi a maior dificuldade encontrada na execução dessas propostas.

Conclusão

Após a análise desses 20 artigos, ficou evidente que as metodologias ativas podem colaborar com o Ensino de Física, pois podem fazer com que o aluno deixe de ser um mero ouvinte em sala de aula e passe a construir de maneira ativa e significativa o seu conhecimento, além de melhorar alguns aspectos sociais, como o engajamento em equipes.

Definir uma metodologia mais eficaz é complexo levando em conta as nuances envolvidas, como realidade econômica, nível de escolaridade em que o método é avaliado, contexto social e muitos outros fatores que tornam cada situação específica. Entretanto, como opinião dos autores, a partir da leitura dos diversos trabalhos selecionados, as metodologias dos Episódios de Modelagem e de Gamificação merecem uma atenção especial.

A metodologia dos Episódios de Modelagem, que busca despertar o interesse dos alunos e a noção de autoeficácia, tornou os discentes mais autônomos durante as aulas, uma vez que nelas os estudantes acompanhavam seu progresso diante dos seus julgamentos sobre a própria capacidade, questionando alternativas de investigação experimental que pudessem contribuir para o seu aprendizado.

Enquanto isso, a Gamificação trouxe a competitividade e o trabalho em equipe como marcas principais, trazendo a motivação pela vitória, inerentemente presente nos jogos, como fonte de inspiração para o aprendizado.

Referências

ARGAW, Aweke Shishigu et al. The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 13, n. 3, p. 857-871, 2016.

AUYUANET, Adriana et al. FísicActiva: Applying active learning strategies to a large engineering lecture. **European Journal of Engineering Education**, v. 43, n. 1, p. 55-64, 2018.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

CARDINOT, Adriana; FAIRFIELD, Jessamyn A. Game-based learning to engage students with physics and astronomy using a board game. **International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)**, v. 9, n. 1, p. 42-57, 2019.

DA SILVA, Débora de Sales Fontoura et al. Ensino híbrido com a utilização da plataforma Moodle. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 1175-1186, 2018.

DOS SANTOS MERLIM, Ronald et al. Unidade de ensino potencialmente significativa: análise da aplicação sobre efeito fotoelétrico. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, p. 284-300, 2019.

ESPINOSA, Tobias et al. Medidas de autoeficácia discente e métodos ativos de Ensino de Física: um estudo de caso explanatório. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 29, n. 2, p. 7-20, 2017.

GOLDSTEIN, Olzan. A project-based learning approach to teaching physics for pre-service elementary school teacher education students. **Cogent Education**, v. 3, n. 1, p. 1200833, 2016.

HAUSCHILD, Luis Paulo "As metodologias ativas e o seu impacto na área do ensino". 2017. Artigo (Especialização) – Curso de Docência na Educação Profissional, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 08 set. 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/2023>>.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KORSUN, Igor. The formation of learners' motivation to study physics in terms of sustainable development of education in Ukraine. **Journal of Teacher Education for Sustainability**, v. 19, n. 1, p. 117-128, 2017.

KORTE, Stefan; BERGER, Roland; HÄNZE, Martin. The impact of explicit teaching of methodological aspects of physics on scientific beliefs and interest. **Science & Education**, v. 26, n. 3-4, p. 377-396, 2017.

MCDERMOTT, Lillian C. Improving the Teaching of Science through Discipline-Based Education Research: An Example from Physics. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2013.

MOORE, James Christopher. Efficacy of multimedia learning modules as preparation for lecture-based tutorials in electromagnetism. **Education Sciences**, v. 8, n. 1, p. 23, 2018.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, v. 2, p. 15-33, 2015.

OLIVEIRA, Paulo C.; OLIVEIRA, Cristina G. Integrator element as a promoter of active learning in engineering teaching. **European Journal of Engineering Education**, v. 39, n. 2, p. 201-211, 2014.

OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis. Vol. 32, n. 1 (abr. 2015), p. 180-206, 2015.

PSYCHARIS, Sarantos. Exploring the Effects of the Computational Experiment Approach to the Epistemic Beliefs, the Motivation, the Use of Modeling Indicators and

Conceptual Understanding in Three Different Computational Learning Environments. **Journal of Education and Training Studies**, v. 1, n. 1, p. 69-87, 2013.

RAMLO, Susan. Student Views about a Flipped Physics Course: A Tool for Program Evaluation and Improvement. **Research in the Schools**, v. 22, n. 1, 2015.

SIDDIQUI, Salim et al. An inquiry-based approach to laboratory experiences: Investigating students' ways of active learning. **International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education (formerly CAL-laborate International)**, v. 21, n. 5, 2013.

TURAL, Güner. Active learning environment with lenses in geometric optics. In: **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**. The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies, 2015. p. 1-18.

VALÉRIO, Marcelo et al. A sala de aula invertida na universidade pública Brasileira: evidências da prática em uma licenciatura em ciências exatas. **Revista Thema**, v. 16, n. 1, p. 195-211, 2019.

WOOD, Anna K. et al. Teacher-student discourse in active learning lectures: case studies from undergraduate physics. **Teaching in Higher Education**, v. 23, n. 7, p. 818-834, 2018.

ZHAI, Xiaoming; LI, Min; CHEN, Siwei. Examining the uses of student-led, teacher-led, and collaborative functions of mobile technology and their impacts on physics achievement and interest. **Journal of Science Education and Technology**, v. 28, n. 4, p. 310-320, 2019.

INTERAÇÃO RADIAÇÃO-MATÉRIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

RADIATION-MATTER INTERACTION: A DIDACTIC PROPOSAL FOR HIGH SCHOOL

Cléia Neves Bueno^{1,3}, Frederico Ayres^{2,3}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, www.cleia.com@gmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso/Faculdade de Engenharia/CUVG, ayres@ufmt.br

³Universidade Federal de Mato Grosso/Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais

Resumo

Em geral, a sociedade se adapta às novas tecnologias sem o interesse pelos seus detalhes conceituais. O conhecimento técnico para instalação ou operação de aparelhos comumente ocorre por questões profissionais. Porém, qual seria a resposta da sociedade ao ser estimulada a conhecer os conceitos físicos relacionados ao funcionamento de determinados aparelhos e equipamentos? Um dos objetivos desse trabalho foi observar o desenvolvimento de conceitos de Física, principalmente sobre o Efeito Fotoelétrico, a partir de informações e habilidades relacionadas a aplicações no cotidiano, enquanto proposta didática aplicada a duas turmas de Ensino Médio Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Coronel Octayde Jorge da Silva, Cuiabá. Tomando como base a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, aplicada conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Moreira, os estudantes foram estimulados a manifestar suas percepções sobre o uso de tecnologia, tais como iluminação urbana e portas automáticas, durante conversas direcionadas. Após essa primeira etapa do processo de identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, foram realizadas atividades expositivas e experimentais. As atividades expositivas visavam a apresentação da teoria sobre interação da radiação com a matéria, bem como as orientações para a montagem, por grupos de alunos, de um circuito elétrico com um LDR (*Light Dependent Resistor*) com o intuito de investigar a sua resposta ao ser estimulado por diferentes frequências luminosas. A organização em grupo permitiu o compartilhamento de conhecimentos prévios, proporcionando a aplicação das habilidades individuais e o desenvolvimento de novos subsunçores. Enfim, a proposta didática para o desenvolvimento de Eletromagnetismo e dos princípios da Mecânica Quântica foi considerada eficaz, sob o ponto de vista da aprendizagem, sendo parte do sucesso dos alunos atribuído à satisfação em associar o conteúdo das aulas a aplicação de tecnologia no cotidiano da sociedade.

Palavras-chave: Interação radiação-matéria, Física Moderna, Eletromagnetismo, Teoria da Aprendizagem Significativa

Abstract

In general, society adapts to new technologies without being interested in their conceptual details. Technical knowledge for installing or operating appliances commonly occurs for professional reasons. However, what would society's response be when encouraged to know the physical concepts related to the functioning of certain devices and equipment? One of the aim of this work was to identify the development of Physics concepts, mainly on the Photoelectric Effect, from information and skills related to everyday applications, as a didactic proposal applied to two classes of integrated high school of the *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso*, campus *Coronel Octayde Jorge*, in Cuiaba. Based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning (TAS), applied according to Moreira's Theory of Critical Meaningful Learning (TASC), students were encouraged to express their perceptions about the use of technology, such as urban lighting and automatic doors, during targeted conversations. After this first stage of the process of identifying students' prior knowledge, expository and experimental activities were carried out. The activities of exhibition aimed at presenting the theory on the interaction of radiation with matter, as well as the guidelines for the assembly, by groups of students, of an electrical circuit with an LDR (Light Dependent Resistor) in order to investigate its response when stimulated by different light frequencies. The organization in groups allowed the sharing of previous knowledge, providing the application of individual skills and the development of new knowledge. Finally, the didactic proposal for the development of electromagnetism and the principles of Quantum Mechanics was considered effective, by the learning point of view, being part of the students' success attributed to the satisfaction in associating the content of the classes with the application of technology in their daily lives in society.

Keywords: Radiation-matter interaction, Modern Physics, Electromagnetism, Meaningful Learning Theory

INTRODUÇÃO

A luz e os seus efeitos sempre estiveram entre os assuntos mais debatidos ao longo da história da humanidade. Muitos de seus conceitos, ainda que aparentemente estabelecidos, foram revistos. Em seu artigo de 1905, intitulado "Sobre um ponto de vista heurístico concernente à geração e transformação da luz", Einstein (1905; MOREIRA, 2005) propôs a interpretação do fóton como uma partícula, em um fenômeno de interação entre a luz e a matéria, uma proposta que proporcionou alteração profunda nos paradigmas da época, aceita pela comunidade científica com a laureação de Einstein e Millikan com o prêmio Nobel, respectivamente, em 1921 e em 1923. O contexto histórico do efeito fotoelétrico pode ser importante para estudantes de qualquer grau escolar por esclarecer que as dúvidas estão presentes no processo de desenvolvimento científico e que os conceitos não nascem já consolidados. Há etapas até a formulação das teorias que permanecem até ocorrer nova mudança de paradigma (KUHN, 2010). Em meio aos paradigmas, os subsunçores são gerados pelas vivências cotidianas e pela perspectiva contemporânea (TEODORO, 2000). A concepção de forma subversiva dos conceitos ocorre ao serem, os aspectos culturais e conceituais, orientados pelo

educador, conduzindo à investigação crítica (MOREIRA, 2007). Ao contemplar o desenvolvimento histórico na formação docente, com destaque a concepções sobre a natureza da ciência (CARVALHO, 2004), estudantes são estimulados a conceber a geração dos conceitos sob a perspectiva (em partes) da época em que foram estabelecidos (PRADO, 1989) e, com isso, poderão apresentar maior interesse nos conceitos e em suas aplicações (TEODORO, 2000), minimizando a resistência a mudanças. A compreensão desse processo enquanto proposta didática pode ser vista como uma conquista no ensino e aprendizagem.

O processo de descoberta científica pode ser evidenciado no Ensino Básico por meio da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), como base didática, ancorada a um tema relevante ao ensino. Nesse trabalho, o tema é a interação radiação/matéria, mais especificamente o efeito fotoelétrico, por conter mudanças de paradigma profundas, contextualização histórica relevante e aplicações tecnológicas importantes. A fim de estimular o desejo dos estudantes pelo conhecimento, inúmeros métodos podem ser empregados para a contextualização histórica e para a percepção dos esforços, tanto os coletivos, quanto os individuais, em cada período de mudança (MOREIRA, 2007). O ensino de Ciências, em si, necessita de um planejamento que contemple o desenvolvimento científico desde a sua origem até o estabelecimento de um novo paradigma, com a apresentação dos subsunçores como naturalmente sujeitos a alterações. As mudanças observadas nos conhecimentos prévios são fundamentalmente relevantes (AUSUBEL, 1980).

A contextualização do efeito fotoelétrico no processo de ensino e aprendizagem contribui para a criticidade do aprendiz, agindo em seus subsunçores, e, conseqüentemente, para o embasamento das teorias científicas relacionadas ao fenômeno. O incentivo à criatividade dos estudantes durante a identificação dos conhecimentos prévios foi associado ao estímulo à afetividade entre todos os envolvidos, gerando um método didático sistematizado de desenvolvimento intelectual e pessoal. Segundo Rinaldi e Santos (2011), a convivência no ambiente escolar deve contemplar as ações e diálogos enquanto prática da afetividade. Ao ancorar os sentimentos e as emoções pela afetividade, há uma ação que promove o indivíduo e o coletivo, com a preparação para receber os novos conhecimentos (MAHONEY, 1993; MCLEOD, 1992).

Esse trabalho tem por objetivo descrever o processo de ensino e aprendizagem de alunos de Ensino Médio desde o estímulo à curiosidade, com a identificação dos conhecimentos prévios, até a atribuição de significados e de sentidos aos conceitos científicos sobre o tema proposto, sendo as bases o Efeito Fotoelétrico e a TASC. A predisposição ao querer saber, associada à afetividade, após a compreensão dos conceitos por meio do saber, sentir e vivenciar (MCLEOD, 1992), foi igualmente estimulada durante todo o processo, enquanto incentivo para a superação dos desafios, conforme as estratégias facilitadoras da TASC (MOREIRA, 2000). Assim, as atividades didáticas sobre os conceitos relacionados à interação radiação/matéria contribuíram para um ambiente favorável ao ensino e aprendizagem, bem como para relacionar o conhecimento dos conceitos com as aplicações tecnológicas, em um processo de geração de novos subsunçores, gradativamente, sem rupturas abruptas.

METODOLOGIA

A escolha da interação radiação/matéria, especificamente o efeito fotoelétrico, como tema de abordagem para o ensino e aprendizagem se deve ao caráter de modernidade e à possibilidade de contextualização, além da aplicação tecnológica, por meio da qual se aproxima ao cotidiano dos estudantes, permitindo a prática da TAS e da TASC durante as atividades didáticas.

A aplicação da proposta foi realizada para quarenta estudantes de terceiro ano de cursos técnicos integrados ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, em Cuiabá – MT. Seus conhecimentos prévios sobre aparelhos de medidas e circuitos elétricos simples foram anteriormente identificados por acesso à matriz curricular dos cursos. Demais conhecimentos foram diagnosticados por diálogos coletivos e por um questionário de entrada, contendo questões relacionadas ao tema.

A proposta foi aplicada em conformidade com procedimentos científicos, no qual os estudantes foram estimulados a refletir criticamente sobre as contribuições tecnológicas à sociedade e os conceitos científicos que as subsidiam, em uma aprendizagem pelo erro, centrada no pensar, sentir e agir, organizada em três etapas básicas:

- **Etapa 1 – Questionário de entrada:** identificação dos conhecimentos prévios;
- **Etapa 2 – Aulas expositivas e aulas práticas:**
 - **Etapa 2.a – Aulas teóricas expositivas:** fase pré-Mecânica Quântica, artigo publicado por Einstein sobre o tema e os trabalhos de Millikan;
 - **Etapa 2.b – Aulas experimentais:** organização dos alunos em grupos para montagem de um circuito elétrico para observação da interação da luz com a matéria.
- **Etapa 3 – Questionário de saída:** diagnóstico do processo de ensino e de aprendizagem.

Os conceitos básicos de Física foram observados em todas as etapas, assim como os aspectos históricos e culturais à época do desenvolvimento das ideias, início do século XX, porém, com mais ênfase na etapa 2.a.

Os questionários de entrada e de saída foram elaborados com as mesmas questões expostas na mesma sequência (quadro 1), embora seus objetivos sejam distintos. O questionário de entrada visou a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, além de fornecer subsídios para as atividades seguintes, e o questionário de saída teve por objetivo, por comparação com o de entrada, a análise do conhecimento estabelecido após a aplicação de todas as etapas. A preparação de cada questão (quadro 1) contemplou importância, necessidade, síntese e objetividade (MCCLELLAND, 1976).

Quadro 1 – Questões de entrada/saída

1) A energia de um fóton é inversamente proporcional ao comprimento de onda.	11) É possível que o efeito fotoelétrico ocorra com luz azul fraca e não ocorra com a luz vermelha intensa.
2) A intensidade da corrente fotoelétrica emitida é proporcional à intensidade da radiação incidente.	12) Albert Einstein recebeu o Prêmio Nobel por contribuições na Teoria da Relatividade.
3) Robert Andrews Millikan recebeu o Nobel de Física de 1923, por trabalhos sobre cargas elétricas elementares e o efeito fotoelétrico.	13) A energia dos elétrons emitidos depende da frequência da radiação incidente.
	14) A teoria do efeito fotoelétrico afirma que, aumentando a

<p>4) De acordo com o Princípio da Complementaridade, se uma medida prova o comportamento ondulatório da radiação ou da matéria, então é impossível provar o comportamento corpuscular na mesma medida.</p> <p>5) A explicação do efeito fotoelétrico está baseada em um modelo corpuscular da luz.</p> <p>6) Uma das aplicações do efeito fotoelétrico é permitir acender e desligar automaticamente a iluminação de ruas.</p> <p>7) O efeito fotoelétrico, descoberta de Einstein, evidencia as propriedades ondulatórias de uma onda eletromagnética.</p> <p>8) Para uma determinada radiação incidente, a velocidade dos elétrons ejetados depende do metal usado na experiência.</p> <p>9) O efeito fotoelétrico fornece evidências das naturezas ondulatória e corpuscular da luz.</p> <p>10) O efeito fotoelétrico só ocorre com a utilização de uma onda eletromagnética na faixa de frequência da luz visível.</p>	<p>frequência da luz incidente na superfície metálica, é possível arrancar prótons da superfície do metal.</p> <p>15) Os modelos corpuscular e ondulatório são complementares.</p> <p>16) A função trabalho é a energia necessária para se remover um elétron do metal e independe da substância iluminada pela radiação.</p> <p>17) Considerando que, no vácuo, o comprimento de onda da luz vermelha é maior do que o comprimento de onda da luz azul, a energia dos quanta de luz vermelha é maior do que a energia dos quanta da luz azul.</p> <p>18) A energia cinética dos fotoelétrons não depende da frequência da radiação incidente.</p> <p>19) Emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por uma onda eletromagnética caracteriza o efeito fotoelétrico.</p> <p>20) Quando uma luz monocromática incide sobre uma superfície metálica e não arranca elétrons dela, basta aumentar a sua intensidade para que o efeito fotoelétrico ocorra.</p>
---	--

Fonte: os autores (BUENO, 2019)

As questões apresentadas no quadro 1 foram organizadas conforme os seguintes assuntos: energia fotoelétrica (questões 1, 13, 17 e 18), intensidade da radiação incidente (questões 2 e 20), princípio da complementaridade (3 e 12), prêmio Nobel de Física em 1921 e em 1923 (questões 4 e 15), caráter corpuscular da radiação (questões 5, 7, 9 e 19), aplicação do efeito fotoelétrico (questão 6), função trabalho (questões 8, 14 e 16) e efeito fotoelétrico e sua relação com a frequência e a intensidade da radiação incidente (questões 10 e 11).

A metodologia empregada visa facilitar o processo de ensino e aprendizagem, com as atividades práticas como núcleo das aplicações da TAS e da TASC.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As aulas práticas tiveram por objetivo a aplicação da aprendizagem significativa e a simulação do método científico. Já era de conhecimento que os alunos possuem habilidades para montagem do circuito elétrico e manuseio dos equipamentos. O circuito foi montado de tal forma que favorecesse a medida de resistência elétrica do elemento LDR (*Light Dependent Resistor*), cuja resistência elétrica é variável com a luz incidente. Apesar de baixa intensidade, LED's (*Light Emitted Diode*) nas cores vermelho, azul e verde foram utilizados no experimento. Os estudantes fizeram leituras da resistência elétrica do LDR em diversas situações de ambiente e de proximidade ao LED, até garantir o procedimento mais adequado e controlado (VALADARES; MOREIRA, 1998).

RESULTADOS

A proposta didática para o estudo da interação radiação/matéria foi concebida para simular o método científico, desde o conhecimento prévio até a verificação do conhecimento adquirido, sendo as aulas práticas o cerne do processo de ensino e aprendizagem.

Nas etapas desse processo (vide Metodologia), foram feitas inúmeras observações. Na etapa 1, vários estudantes demonstraram suas inseguranças ao

entrar em contato com as questões do questionário (quadro 1). Contudo, o diálogo de explicação sobre a proposta e sobre a identificação dos conhecimentos prévios dos participantes auxiliou no envolvimento gradativo dos estudantes. A manifestação a favor das atividades aumentou ao perceberem que não se tratava de uma avaliação, mas de uma prática de ensino. Com isso, responderam às questões do questionário de entrada, o que colaborou na identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Na etapa 2.a, foram feitas exposições históricas e conceituais sobre as conquistas científicas desde a pré-Mecânica Quântica até as conquistas do prêmio Nobel por Einstein e por Millikan, bem como sobre a superação dos desafios e as mudanças de paradigmas nesse período tão criativo da história científica da humanidade. A fase de identificação dos conhecimentos prévios dos alunos e os diálogos sobre as aplicações tecnológicas provenientes de descobertas dessa época foram fundamentais, pois foi perceptível a manifestação dos estudantes, que expuseram suas ideias, compreensões e dúvidas com bastante desenvoltura.

Durante as aulas experimentais (etapa 2.b), os alunos, reunidos em grupo, montaram o circuito elétrico, necessário para a observação dos valores de resistência elétrica do LDR ao ser aproximado a cada LED (interação radiação/matéria). Houve reforço de suas habilidades técnicas e os equívocos na montagem do aparato, embora tenham sido corrigidos, foram destacados como fatores importantes para a superação dos desafios no processo de desenvolvimento científico. Montados os equipamentos, houve inúmeros questionamentos sobre a leitura dos dados devido à influência da luz ambiente e a distância ideal do LED ao LDR. Todas essas fases de montagem e leitura dos dados foram comparadas às dificuldades enfrentadas pelos cientistas no início do século XX até a aceitação do efeito fotoelétrico pela academia. Os estudantes manifestaram a compreensão que o processo científico não é algo que surge pronto, mas que exige esforços dos envolvidos.

Após as aulas experimentais e as considerações sobre os conceitos, cada aluno respondeu a um questionário de saída (quadro 1), como uma ferramenta para o diagnóstico de aprendizagem, com intuito de comparação com o questionário de entrada. A postura dos estudantes foi de segurança, embora naturalmente com suas dúvidas. Já na leitura das questões, os alunos manifestaram seus equívocos cometidos no questionário de entrada, expondo que a ausência de conhecimento, tanto histórico, quanto conceitual, os impediam de compreender o que liam.

A quantidade de respostas corretas teve um aumento entre 10 e 34% (BUENO, 2019), o que pode ser considerado bastante satisfatório sob o ponto de vista da aplicação da TAS e da TASC no ensino de interação radiação/matéria a estudantes do Ensino Médio. Naturalmente, os alunos acertaram mais as questões elaboradas com nível de interpretação textual mais simples. Embora tenha sido constatado um aumento significativo (30%) na quantidade de acertos para as questões envolvendo aplicações tecnológicas e, portanto, informações às quais os alunos possuem maior acesso, não foi possível identificar um padrão. Há questões com maior exigência conceitual que o nível de acerto aumentou consideravelmente. Por exemplo, para as questões associadas à relação entre o efeito fotoelétrico e a intensidade e frequência da luz incidente, houve um aumento de acertos da ordem de 34%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a proposta didática tenha sido aplicada em um ambiente escolar com foco na formação técnica e tecnológica, era evidente o desafio em gerar subsunções associados ao método científico e aos conceitos sobre interação radiação/matéria, especificamente os desenvolvidos no início do século XX. As estratégias facilitadoras proporcionadas pela TASC, em conjunto com a afetividade, poderiam transformar o espaço escolar em um local de superação das dificuldades. Percebeu-se, contudo, que a proposta didática, embora auxilie no ensino e aprendizagem, não vence as resistências tradicionalmente vinculadas às aulas de Ciências, se não for acompanhada por um planejamento pedagógico colaborativo. A menos das atividades práticas, normalmente mais aceitas pelos estudantes, houve resistência dos alunos à manifestação verbal, à leitura e à apresentação de seus conteúdos.

A observação e o diálogo durante a aplicação da proposta devem ser considerados como fatores fundamentais para estimular a participação dos estudantes e para incentivar o desejo em aprender. Contudo, as aulas práticas para montagem dos aparatos de medidas foram decisivas. É comum a observação de estudantes cuja autoestima se eleva em aulas práticas, pois é o espaço em que alguns alunos se consideram com habilidades para atuar, ainda que possam não ter compreendido o contexto do experimento.

Deve ser considerado que os resultados dos questionários foram analisados e comparados no coletivo e não individualmente. Um passo importante a ser considerado, que não foi nessa proposta, são as mudanças de paradigmas e as conquistas individuais de conhecimento. Ao considerar as duas turmas de estudantes, pode-se afirmar que houve o desenvolvimento de novos conhecimentos como consequência à mudança de paradigmas proporcionadas pelo estudo da interação radiação/matéria sobre as bases da TASC associada à afetividade.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso, sem o qual esse trabalho estaria comprometido. Agradecem, também, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso, campus Cuiabá, que permitiu o desenvolvimento deste trabalho, fornecendo apoio e liberdade para todas as atividades propostas.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BUENO, C.N., **O caráter corpuscular da radiação através do efeito fotoelétrico: uma proposta didática**. 2019. 53 f. Dissertação (mestrado profissional em Ciências Naturais) – IF/UFMT, Cuiabá, 2019.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. In.: Anna Maria Pessoa de Carvalho, (org.). – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Vários autores.

EINSTEIN, A. On a heuristic point of view concerning the production and transformation of light. **Annalen der Physik**, v. 17, p. 132-148, 1905.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2010, 324.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology. v. 22, n. 140, 1932.

LUDWIG, J. P.; FAIZ, E. B.; PALOSCHI, R. B.; SOUZA, J. **Planejamento estratégico: análise de eficácia da metodologia aplicada por meio da Escala Likert**. Revista Espacios, v. 36, n. 16, p. 9, maio 2015.

MAHONEY, A. A. **Emoção e ação pedagógica na infância: contribuições da psicologia humanista**. Temas em Psicologia. São Paulo, n. 3, p. 67-72, 1993.

MCCLELLAND, J. A. G. **Técnica de questionário para pesquisa**. Revista brasileira de física: III simpósio nacional de física (ATAS), São Paulo, v. especial, n. 1, p. 93-101, jul./1976.

MCLEOD, D. B. Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. In: GROWS, D. A. (Ed). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York: Ed. Macmillan N.C.T.M., 1992. p. 575-596.

MOREIRA, I.C. 1905: Um ano miraculoso. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 4-10, 2005.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Versão revisada e estendida de conferência proferida no *III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Lisboa (Peniche), 2000. Publicado nas Atas desse Encontro, pp. 33 – 45, com o título original de *Aprendizagem significativa subversiva*.

PRADO, F. D. Experiências Curriculares com História e Filosofia da Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 9, 1989.

RINALDI, C.; SANTOS, L. M. P. L. **Psicologias da aprendizagem e educação ética**. Cuiabá, UAB/UFMT, 2011.

ROCHA, D. M.; RICARDO, E. C. **As crenças de autoeficácia de professores de Física: um instrumento para aferição das crenças de autoeficácia ligadas a Física Moderna e Contemporânea**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 2, p. 333-364, 2013.

SILVA, F. F. M.; PERES, V. S.; CUNHA, C. M. **Proposição de uma escala de avaliação psicossocial na paralisia facial periférica**. Revista Distúrbios da Comunicação. São Paulo, v. 28, n. 4, p. 609-620, dez. 2016.

TALIM, S. L. **A atitude no ensino de física**. Caderno brasileiro de ensino de física, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 313-324, jul. 2004.

TEODORO, S. R. **A História da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional**. 2000. 277 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando Física Moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.15, n.2, p. 121-135, 1998.

ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O CURSO DE AGRONOMIA NO CAMPUS UFV-FLORESTAL

METHODOLOGICAL ALTERNATIVES IN TEACHING PHYSICS FOR THE AGRONOMY COURSE AT THE UFV-FLORESTAL CAMPUS

Leonardo Antônio Mendes de Souza¹, João Augusto Faria de Sousa², David de Souza Lage³, Thiago Mendonça⁴, Douglas Henrique de Mendonça⁵

¹Campus UFV-Florestal, Florestal, Minas Gerais, e-mail: leonardoamsouza@ufv.br

²Campus UFV-Florestal, Florestal, Minas Gerais, e-mail: jotaugustosousa@gmail.com

³Campus UFV-Florestal, Florestal, Minas Gerais, e-mail: davidslage@gmail.com

⁴Campus UFV-Florestal, Florestal, Minas Gerais, e-mail: t.mendonca@ufv.br

⁵Campus UFV-Florestal, Florestal, Minas Gerais, e-mail: douglasbemlegal@gmail.com

Resumo

Este trabalho emerge da necessidade sentida por um grupo de professores que ministram aulas de física para turmas de Agronomia no ensino superior. É possível notar uma aparente resistência com relação às chamadas “disciplinas de Exatas”, especificamente Matemática e Física. Mais que isso, as disciplinas de Física ofertadas para o curso de Agronomia possuem, historicamente, alto índice de reprovações, o que pode contribuir para a evasão do curso e retenção de estudantes no mesmo. Sendo assim, a aparente falta de motivação dos(as) estudantes com relação às “disciplinas de Exatas” pode ser considerada como sendo um dos principais obstáculos a serem superados por esta pesquisa. Para tanto, delineamos um objetivo de melhorar o índice de aprovação das disciplinas, obviamente sem diminuição da qualidade das mesmas. Temos, então, problemas base, que introduzimos aqui como uma questão: como superar, ou ao menos tentar diminuir, um possível “bloqueio”, ou uma possível resistência, dos(as) estudantes do curso de Agronomia com relação às disciplinas de Física? Trabalhamos este problema propondo alternativas e estratégias de Ensino-Aprendizagem durante alguns semestres letivos consecutivos, em ambas as disciplinas de Física para o curso de Agronomia. Porém, mais que propor alternativas para trabalhar conteúdo de disciplinas em sala, estudamos as disciplinas como verdadeiros Projetos de Ensino e Formação Docente, e apresentamos aqui os dados coletados e a análise dos mesmos.

Palavras-chave: Instrução por pares, metodologia ativa, ensino de física

Abstract

This work emerges from the need felt by a group of teachers who teach physics classes for Agronomy classes in higher education at Campus UFV-Florestal. It is possible to notice an apparent resistance with respect to the so-called "Exact subjects", specifically Mathematics and Physics. More than that, the Physics disciplines offered for the Agronomy course course have historically had a high failure rate, which can help with problems related to dropout of the course and student retention in it. Thus, the students' apparent lack of motivation in relation to the "Exact disciplines" can be considered as one of the main obstacles to be overcome by this research. Therefore, we outline as an objective to improve the approval rate of the disciplines, obviously without decreasing their quality. We have,

then, basic problems, which we introduce here as a question: how to overcome, or at least try to reduce, a possible "block", or a possible resistance, of the students of the Agronomy course in relation to the subjects of Physics? We worked on this problem by proposing alternatives and Teaching-Learning strategies during some consecutive academic semesters, in both Physics subjects for the Agronomy course. However, more than proposing alternatives to work on the content of subjects in the classroom, we study the subjects as true Teaching and Teacher Training Projects, and here we present the collected data and their analysis.

Keywords: Peer instruction, active methodologies, physics teaching

Introdução

Em geral, a matriz curricular de cursos superiores da grande área CTEM – Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática possui uma forte base matemática, além de disciplinas de Física e Química, formando o que podemos chamar de núcleo das “Ciências duras”. Vários são os trabalhos que tratam de questões relacionadas a este núcleo, como: (falta de) motivação dos(as) estudantes (GOYA, BZUNECK, 2015; ORNEK, ROBINSON, HAUGAN, 2008), aplicação dos conceitos de Ciências básicas nos respectivos cursos (FANG, 2014), dificuldade em matemática fundamental (BARBETA, YAMAMOTO, 2002), etc. Concomitantemente aos cursos superiores mais fortemente relacionados às “Ciências Duras”, cursos superiores de Ciências Agrárias apresentam também, em suas matrizes curriculares, disciplinas básicas de química, biologia, matemática e física, contudo a carga horária destinada a estas disciplinas é geralmente reduzida, em comparação com outros cursos da grande área de CTEM.

Nesse sentido, é possível notar uma aparente resistência, um “bloqueio”, dos(as) estudantes do curso de Agronomia do Campus UFV-Florestal com relação às chamadas “disciplinas de Exatas”, especificamente matemática e física. Ademais, em geral as duas disciplinas de Física ofertadas para o curso de Agronomia possuem alto índice de reprovações, o que pode contribuir para a evasão de curso e com a retenção de estudantes. Uma delas trabalha com conteúdos de mecânica e, na outra, fluidos e termodinâmica. Desta forma, a aparente falta de motivação dos(as) estudantes com relação às disciplinas de Exatas, relatada por docentes de disciplinas de Física em nosso Campus, pode ser considerada como um dos obstáculos iniciais a serem superados por esta pesquisa. A superação deste obstáculo nos leva a um dos principais objetivos desta pesquisa: a intenção de utilizar estratégias diferenciadas de Ensino, ou alternativas metodológicas, com a intenção de melhorar o ensino e a aprendizagem de disciplinas de Física para o curso de Agronomia no Campus UFV-Florestal, na esperança de melhorarmos o índice de aprovação nas mesmas.

Isto posto, tratamos de dois problemas: (i) a resistência no ensino e aprendizagem e (ii) o alto índice de reprovação de estudantes nas disciplinas de Física no curso de Agronomia. Para abordar e tentar contornar estes problemas, propusemos as seguintes alternativas: a) Implementação de Metodologia Ativa – Peer Instruction (Instrução pode Pares) em sala de aula; b) Observação *in loco* da aula, por um estudante de licenciatura em Física; c) Introdução de questões conceituais em plataforma *online*; d) Trabalho escrito sobre aplicação do conteúdo de Física em Agronomia. É importante notar de antemão que, apesar de cada alternativa acima demandar atenção individual, elas estão todas interconectadas,

assim como podemos conjecturar que também estão correlacionados os dois problemas principais, citados anteriormente.

Para tanto, coletamos os seguintes dados (1) Resultados de erros e acertos das questões de Peer Instruction realizadas em sala; (2) Respostas das questões conceituais aplicadas *online*; (3) Trabalho escrito sobre aplicação do conteúdo de Física na Agronomia; (4) Histórico do índice de aprovação e reprovação nas disciplinas; (5) Entrevistas semiestruturadas com estudantes das duas disciplinas, em diferentes semestres letivos, onde abordamos todos os assuntos citados. Para esse trabalho, entretanto, apresentamos o recorte da análise do PI, do índice de reprovação e das entrevistas com os estudantes. Nesse ínterim, o objetivo dessa pesquisa é investigar o efeito de alternativas metodológicas no ensino e aprendizagem de física no curso de Agronomia da UFV Campus Florestal.

Metodologia de Ensino e de Pesquisa

Contexto da Pesquisa

Trabalhamos as disciplinas **FIF191** – Introdução à Mecânica e **FIF193** – Introdução aos Fluidos e Termodinâmica, ambas presenciais e obrigatórias para o curso de Agronomia, sistematicamente aplicando metodologias ativas e as demais alternativas nos semestres de 2018/1 a 2020/1, para o curso de Agronomia do Campus Florestal da Universidade Florestal de Viçosa. Em FIF191, a ementa contempla cinemática, dinâmica, conservação de energia e, rotação e torque, distribuídas semestralmente com duas horas/aula semanais. Ofertada no segundo semestre do curso, é pré-requisito para a FIF193. Esta, por sua vez, traz em sua ementa fluidos, temperatura, calor, leis da termodinâmica e, teoria cinética dos gases. A carga horária também é de duas aulas semanais ao longo do terceiro semestre do curso. Ambas possuem média de 60 estudantes por turma.

Dinâmica em Sala de Aula – Instrução por Pares

Propusemos uma dinâmica em sala de aula que pode ser vista como híbrida, na qual mesclamos metodologias tradicionais de ensino, em conjunto com Metodologia Ativa, onde usamos uma variante do *Peer Instruction* – PI para tal finalidade (MULLER et al, 2017; CROUCH e MAZUR, 2001). É importante notar que a atuação docente em sala possui dois elementos: um professor e um auxiliar-docente, sendo que a interação entre as partes é fundamental para a continuidade desta pesquisa.

A figura do auxiliar-docente se mostrou essencial para nossa pesquisa, e portanto apresentamos um breve detalhamento da mesma: nas disciplinas de Agronomia trabalhamos conjuntamente com estudante do curso de Licenciatura em Física do Campus UFV-Florestal, sendo que desde Agosto/2018 até a presente data o estudante possui bolsa de Iniciação à Pesquisa em Ensino, vinculada à FUNARBE (FUNARBEN). O auxiliar-docente participou de todas as aulas presenciais das disciplinas FIF191 e FIF193, com as seguintes tarefas: realizar observações de cada aula, e registrá-las em detalhes num Diário de Bordo; atuar como tutor durante as atividades de PI; preparar exercícios para serem utilizados durante o PI; preparar e avaliar questões conceituais para serem introduzidas online.

- O Diário de Bordo tornou-se fonte de dados para nossa pesquisa, uma vez que o auxiliar-docente registrou, de um ponto de vista diferente do docente, todo e qualquer detalhe constatado, desde a reação de estudantes com

relação a algum conceito físico ou ferramenta matemática utilizada, até discussões extras geradas devido à dinâmica inerente à atividade docente.

- Durante as atividades de PI tanto docente quanto auxiliar-docente percorreram a turma, verificando se os grupos formados estariam discutindo os conceitos ou tentando solucionar os problemas. A tarefa de ambos não é dar as respostas, mas instigar a discussão.
- A partir das observações do auxiliar-docente com relação a possíveis dificuldades ou questionamentos da turma, trabalhamos as questões a serem disponibilizadas *online* e também em atividades de PI futuras.

Durante o período em sala (total de 100 minutos), a aula era composta por dois momentos: no primeiro deles, o professor realizava a exposição oral do conteúdo por aproximadamente 50 minutos. Num segundo momento, professor e auxiliar-docente atuaram de fato com o método ativo de PI, que consiste na apresentação à turma de questões previamente selecionadas por professor e auxiliar-docente. As questões são de múltipla escolha, com 3 ou 4 alternativas. Utilizamos exercícios preferencialmente conceituais, e de níveis gradativos de dificuldade. Porém, salientamos que também introduzimos exercícios que utilizam ferramental matemático mais avançado.

Aplicamos uma variante da metodologia PI (MULLER et al, 2017), que consiste nos seguintes passos: (i) primeiramente os estudantes são convidados a formarem grupos de até 6 pessoas; (ii) após a leitura da questão pelo professor, os estudantes devem escolher rapidamente uma alternativa; (iii) as respostas são coletadas através de cartões de alternativas do aplicativo *freeware* Plickers; (iv) se houver uma porcentagem de acerto maior que 70%, prosseguimos para uma nova pergunta; (v) se a porcentagem de acerto for de até 40%, o professor retoma o conteúdo e discute com os estudantes o conceito relacionado à pergunta, rapidamente (3-5 minutos). A seguir, a mesma questão é repetida e, caso a porcentagem de acerto continue menor que 40%, o professor discute novamente o conceito; (vi) se a porcentagem de acerto estiver entre 40% e 70% a metodologia PI se concretiza, pois durante esse intervalo de 2 a 3 minutos, eles próprios argumentam entre si e chegam à conclusão sobre qual alternativa é correta; (vii) após este tempo de discussão, a questão é repetida, e caso haja um aumento da porcentagem de acerto (e ficar maior que 70%), passamos para outra pergunta. Se o erro permanecer, outra rodada de discussões é realizada e o ciclo se repete. A porcentagem de resposta dos(as) estudantes para as questões utilizadas através de nossa metodologia PI foram registradas pelo auxiliar-docente em forma de Tabela, sendo que registramos a porcentagem de respostas para todas as rodadas de discussões, durante o período desta pesquisa. Em seção posterior mostraremos exemplos da porcentagem de acertos, e a discussão destes resultados.

Constituição e análise de dados

De natureza quali-quantitativa, o presente trabalho é um recorte de um projeto maior, desenvolvido por equipe de pesquisa no Campus UFV-Florestal. Em termos quantitativos, são apresentadas as respostas dos(as) estudantes durante dois módulos de Peer Instruction na disciplina FIF 191, em 2018 e em 2019. Foram realizadas 16 questões neste módulo em 2018, e 12 em 2019. O módulo em questão é Cinemática e Leis de Newton. As questões foram apresentadas com suas respectivas rodadas, em termos de frequência relativa de acertos. Além disso, resgatamos o histórico de reprovação das disciplinas dos registros institucionais

desde o início de seu oferecimento até os dias atuais, o que compreende de 2010 a 2019. Os dados são apresentados em valores médios de reprovação e também a nota média final (em 100 pontos) de cada turma.

Em termos qualitativos, realizamos entrevista semiestruturada com 5 estudantes matriculados em FIF 191 no final de 2018. Gravadas em áudio e posteriormente transcritas, os participantes leram e assinaram ao termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), sendo a análise baseada nos pressupostos da Análise de Conteúdo (DOS SANTOS, 2012), com a preparação e unitarização das informações seguida da categorização das unidades. Peer Instruction – Discussão sobre algumas rodadas.

Como mencionado, a partir do segundo semestre de 2018 introduzimos a metodologia de *Peer Instruction* nas disciplinas vinculadas à Agronomia, em especial para tentarmos diminuir a aparente resistência citada. Na seção “Dinâmica em Sala – Instrução por Pares” detalhamos como realizamos de fato nossa metodologia.

Na Figura 1 apresentamos somente os resultados das rodadas de perguntas para o seguinte tema: Cinemática e Leis de Newton. É possível notar um aumento na porcentagem média de acertos, em várias das segundas rodadas trabalhadas (Q1, Q5 de 2018; Q1, Q4, Q6 de 2019). Na questão Q2 de 2018 notamos uma diminuição do índice de acertos. Neste momento propusemos nova rodada de debates, sem interferência do docente ou auxiliar-docente, e percebe-se um aumento na porcentagem de acertos.

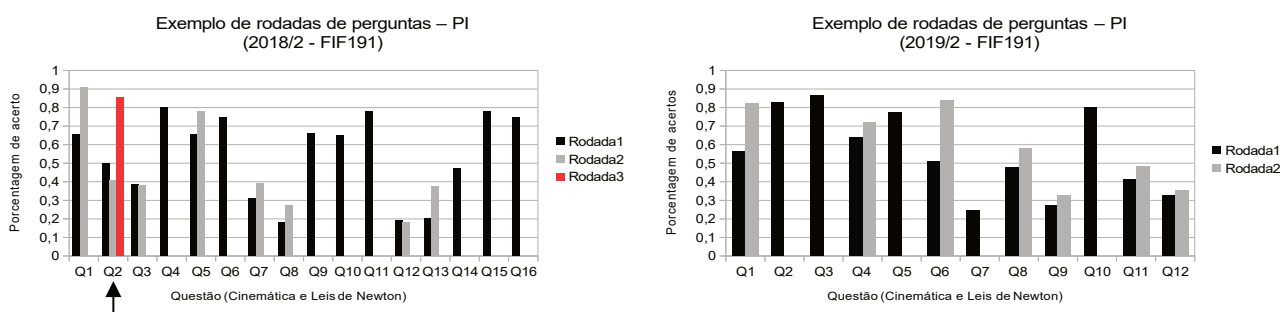


Figura 1: Rodadas de perguntas para o tema “Cinemática e Leis de Newton”, utilizando PI e dados sendo recolhidos pelo aplicativo *Plickers*.

Para algumas perguntas não realizamos uma terceira rodada, apesar da necessidade de tal ação (Q3, Q7, Q8, Q12, Q13 de 2018; Q8, Q9, Q11, Q12 de 2019). Isto foi devido à necessidade de termos notado uma interferência do docente-auxiliar, ou mesmo por questão de tempo hábil para a atividade. A mesma justificativa pode ser utilizada para as questões Q14 de 2018 e Q7 de 2019. A presença do auxiliar-docente e seu Diário de Bordo é fundamental para observarmos a necessidade de interferência na discussão de algum conceito em um momento futuro

Histórico de Reprovação nas Disciplinas

Como dito acima, historicamente temos percebido um certo “bloqueio” por parte dos(as) estudantes acima descritos. Em 10 anos de acompanhamento das notas finais das disciplinas FIF191 e FIF193, é possível notar claramente que as turmas possuem uma média baixa em suas notas finais, e também uma alta taxa de reprovação (Tabela 1 e Figura 2).

É observado na Tabela e Figura abaixo que tanto a média final de notas quanto a porcentagem de reprovação foram diferentes da tendência em ambas as disciplinas a partir de 2018. Apesar de ser uma evidência passível de críticas, indica que as propostas neste trabalho podem trazer resultados concretos.

Tabela 1: Média da porcentagem de reprovação das disciplinas FIF191 e FIF193 no Campus UFV-Florestal.

	FIF191	FIF193
Porcentagem média de reprovação de 2010 a 2019	43,67%	32,54%
Porcentagem média de reprovação de 2010 a 2017	50,00%	38,89%
Porcentagem média de reprovação de 2018 a 2019	18,39%	10,31%

Na Tabela 1 podemos observar que as disciplinas possuem um histórico de alta reprovação (~44% para FIF191 e ~32% para FIF193), mas, comparativamente, ao utilizar as alternativas metodológicas propostas percebe-se uma diminuição drástica quando comparamos a taxa de reprovação com anos em que não se utilizava todas as metodologias.

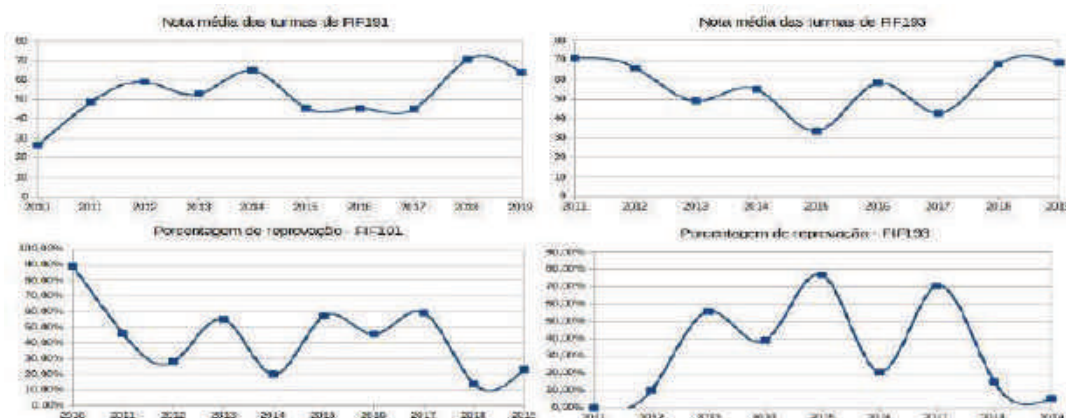


Figura 2: Comparação das médias de notas finais (acima) e da porcentagem de reprovação (abaixo) para as disciplinas FIF191 e FIF193, lecionadas no Campus UFV-Florestal. Nosso projeto foi implementado a partir de 2018.

Conjecturamos que o prosseguimento do uso das metodologias propostas (ou outras) pode conseguir diminuir a taxa de reprovação das disciplinas. O mesmo pode ser observado na Figura 2. Nos dois gráficos de cima mostramos a nota média das turmas de FIF191 e FIF193 desde sua criação no Campus UFV-Florestal. Podemos observar também uma tendência de aumento na nota média das disciplinas. Apesar da oscilação dos gráficos, consideramos como evidência que a implementação de alternativas metodológicas influenciou as médias e o índice de aprovação.

Entrevistas com Estudantes

Trabalhamos com duas grandes categorias: (i) aspectos da trajetória acadêmica do(a) estudante entrevistado(a); (ii) Percepção do(a) entrevistado(a) sobre as alternativas metodológicas utilizadas. Focaremos neste texto apenas no item (ii), com destaque para os aspectos a seguir apresentados, os quais seguem acompanhados de excertos que as ilustram:

1. Há interesse por ciências da Natureza, e até por Física, mas por razões prévias aparentemente existe um “bloqueio” do(a) estudante com a disciplina:

"[...] creio que pela dificuldade principalmente igual eu sinto sabe, de alguma coisa mais real, de trazer mais pra prática, eu sentia falta disso lá [no Ensino Médio]."

"Não somente com exatas, como todas as disciplinas, mas não era uma dificuldade de não conseguir compreender, é uma dificuldade de não conseguir enxergar..."

2. As atividades *online* aparentemente contribuem positivamente com o engajamento da pessoa ao estudar a disciplina:

"As atividades online, no começo, a princípio, foi muito trabalhoso, tinha muita dificuldade, pela questão da maioria das atividades serem de embasamento teórico,[...] mas com o passar do tempo, [...], começou a ficar mais tranquilo, mais leve, devido a bagagem que foi construída desde o início do período com essas atividades."

"[...]se não fossem elas eu acho que tipo, eu não iria procurar estudar, fazer exercício, assimilar melhor a matéria, acredito que é importante ter essas atividades. Tanto como ajuda, pra saber o quê que você tem dúvida e pra você também forçar a estudar e tal."

3. Sobre o Peer Instruction em si, apesar de alguma dificuldade inicial, representa atividade diferenciada em sala e se mostra importante para as pessoas entrevistadas, motivando-as a buscar e a compreender sobre a resposta correta:

"[...]é interessante, porque além de ser feito atividades na aula e ter meio que uma resposta na aula pelo professor, ele te auxiliando, ainda gera um debate em sala que a gente vai tendo um boom de ideias, e vendo quais que poderiam ser cabíveis, quais que não."

"é uma coisa marcante também, porque você lembra o quê que o professor falou, explicou, você lembra o quê que o seu amigo falou, você lembra o quê que você pensava, e na hora da prova você vê uma questão parecida, aí você associa as coisas e consegue achar a melhor resposta."

As pessoas entrevistadas apresentam um certo distanciamento com relação a disciplinas ligadas a Física, apesar de mostrarem interesse em temas relacionados a esta Ciência. Isto pode ser causado por diversos fatores, como, por exemplo, uma experiência prévia ruim com disciplinas de Física ou uma lacuna entre a teoria e o dia a dia da pessoa. Isto pode estar relacionado à resistência dos(as) estudantes com relação à Física. Percebe-se nas entrevistas que as alternativas metodológicas introduzidas nas turmas surtiram efeito positivo, sendo que podemos salientar que o engajamento dos(as) estudantes durante as atividades de PI resultou em uma possível solidificação do conteúdo, através dos debates gerados pelo próprio Método. O uso de atividades *online* foi de grande valia, pois os(as) estudantes viram-se submetidos a realizar tarefas semanais, e portanto o comprometimento com a disciplina e com o conteúdo de Física foi necessariamente renovado para um ambiente além da sala de aula, fomentando inclusive mais debates entre os(as) estudantes e também que eles pesquisassem sobre temas relacionados às disciplinas.

Conclusão

Neste trabalho apresentamos os objetivos principais de nossa pesquisa, que investiga a utilização de diferentes alternativas metodológicas e estratégias de ensino no processo Ensino-Aprendizagem para disciplinas de Física lecionadas para o curso de Agronomia do Campus UFV-Florestal. Um dos objetivos da pesquisa é compreender como a mudanças estruturantes das aulas de física podem provocar o

maior interesse e/ou sucesso dos estudantes, impactando diretamente na diminuição do alto índice de reprovação das disciplinas em questão, o que pode levar a aumento de evasão e retenção no curso.

Nossos dados preliminares mostram que o conjunto das alternativas metodológicas apresentadas reflete num bom desempenho dos(as) estudantes, resultado que pode ser visto a partir da diminuição da taxa de reprovação, e também, na percepção dos(as) estudantes entrevistados(as). Especificamente, é notório que a taxa de reprovação das disciplinas diminuiu a partir do momento que introduzimos as metodologias de ensino apresentadas. Observamos também um grande interesse dos(as) estudantes na atividade de *Peer Instruction*, sendo este um tema recorrente nas entrevistas realizadas. Durante as atividades de PI notamos que o debate entre os pares, proposta essencial da metodologia, realmente tem efeito no ensino-aprendizagem dentro de sala. Estes e outros pontos das demais alternativas metodológicas utilizadas foram salientadas pelas pessoas que participaram das entrevistas, nos levando a crer que a pluralidade de metodologias de ensino aplicadas, se bem sistematizadas, são um elemento motivador para os(as) estudantes, e isso se reflete concretamente na taxa de aprovação da turma. Ainda que esteja em andamento, este trabalho evidencia um interesse crescente nas disciplinas de Física com estas alternativas metodológicas.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da FUNARBE através de Projeto de Pesquisa em Ensino FUNARBEN.

Referências

- BARBETA, Vagner Bernal; YAMAMOTO, Issao. Dificuldades conceituais em física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 3, p. 324-341, 2002.
- CROUCH, Catherine H.; MAZUR, Eric. Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.
- DOS SANTOS, Fernanda Marsaro. Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin. 2012.
- FANG, Ning. Difficult Concepts in Engineering Dynamics: Students' Perceptions and Educational Implications. *International Journal of Engineering Education*. 30. 1110-1119, 2014.
- FUNARBEN. Programa de Apoio ao Ensino da FUNARBE. Edital 2019 disponível em: <https://www3.dti.ufv.br/bolsista/vicosa/editais/funarben-2019/download>
- GOYA, Alcides; BZUNECK, José Aloyseo. A qualidade motivacional e uso de estratégias de aprendizagem no estudo de Física em cursos superiores. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 519-535, 2015.
- MÜLLER, Maykon Gonçalves et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). *Revista brasileira de ensino de física*. São Paulo. Vol. 39, n. 3 (jul./set. 2017), e3403, 20 p., 2017.
- ORNEK, Funda; ROBINSON, William R.; HAUGAN, Mark P. What Makes Physics Difficult? *International Journal of Environmental and Science Education*, v. 3, n. 1, p. 30-34, 2008.

UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS E UM MOTOR STIRLING NO ENSINO DA PRIMEIRA E SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO.

USE OF EXPERIMENTS AND A STIRLING MOTOR IN THE TEACHING OF THE FIRST AND SECOND LAWS OF THERMODYNAMICS IN HIGH SCHOOL.

André Henrique Torres Müller¹, Flavio Gimenes Alvarenga², Gustavo Viali Loyola³, Rodrigo Dias Pereira⁴, André Luiz Alves⁵.

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, andrehtmm@hotmail.com

²Universidade Federal do Espírito Santo/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, flavio.alvarenga@ufes.br

³Universidade Federal do Espírito Santo/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, gustavo.loyola@ufes.br

⁴Universidade Federal do Espírito Santo/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, rodrigo.pereira@ufes.br

⁵Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Ciências Naturais, andre.alves@ufes.br

Resumo

Neste trabalho propomos o ensino das primeira e segunda leis da termodinâmica com o emprego de experimentos, tais como um protótipo de motor Stirling beta e alguns aparatos menores, como bomba de encher pneus, tubo de vidro preso a uma seringa e um lançador de foguetes com garrafa plástica fixa. Adotamos como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel utilizando o conhecimento prévio que o aluno tem sobre o conceito de calor, pois para Ausubel, a Aprendizagem Significativa somente é possível quando um novo conhecimento se relaciona de forma substantiva e não arbitrária a outro já existente. Para que essa relação ocorra, é preciso que exista uma predisposição para aprender. Com isso buscamos uma aprendizagem potencialmente significativa de termodinâmica nos alunos de nível médio e para isso tentamos demonstrar de forma visual e clara o emprego de cada conceito nos experimentos, organizando-os numa sequência de forma a construir no seu pensamento o tema em questão.

Palavras-chave: Termodinâmica, Motor Stirling, Teoria da Aprendizagem Significativa.

Abstract

In this work we propose to teach the first and second laws of thermodynamics with the use of experiments, such as a prototype of a Stirling beta engine and some smaller devices, such as a tire inflation pump, a glass tube attached to a syringe and a rocket launcher with fixed plastic bottle. We adopted Ausubel's Theory of Meaningful Learning as a theoretical framework using the

previous knowledge that the student has about the concept of heat, because for Ausubel, Meaningful Learning is only possible when a new knowledge relates substantially and not arbitrarily to another already existing. With this, we seek a potentially significant learning of thermodynamics in the middle level students and for that we try to demonstrate in a visual and clear way the use of each concept in the experiments, organizing them in a sequence in order to build their thinking on the theme in question.

Keywords: Thermodynamics, Stirling Motor, Ausubel's Theory.

Introdução

A primeira e segunda leis da termodinâmica fazem parte do conteúdo de termodinâmica que é lecionado para os alunos do ensino médio na rede pública (Brasil, 1999). Quando o professor alcança o ensino destes conteúdos, os alunos já deveriam ter estudado conceitos fundamentais, tais como: temperatura, calor, condutividade térmica, comportamento dos gases ideais, transformações gasosas e as relações de trabalho em uma transformação gasosa.

A primeira lei da termodinâmica (princípio da conservação de energia) envolve as grandezas calor, trabalho e variação da energia interna do sistema, no qual é preciso fazer um balanço energético, para sabermos quando essas grandezas assumem valores positivos, negativos ou nulos.

A segunda lei da termodinâmica no ensino médio é associada a máquinas térmicas e abordada através de dois enunciados, o de Kelvin e o de Clausius. Os enunciados vêm estabelecer condições para que as transformações térmicas possam ocorrer. Um enunciado trata da conversão de calor em trabalho por meio de máquinas térmicas, conforme afirma Kelvin:

“É impossível para uma máquina, operando em um ciclo, produzir como único efeito o de retirar calor de um único reservatório e realizar uma quantidade equivalente de trabalho.” (TIPLER, 2009).

O outro enunciado, considera o sentido de ocorrência dos fenômenos naturais, o qual afirma Clausius:

“Um processo cujo único resultado efetivo seja o de retirar calor de um reservatório frio e liberar a mesma quantidade de calor para um reservatório quente é impossível.” (TIPLER, 2009).

Com este enunciado, Clausius previne a existência de um “refrigerador miraculoso”, sendo o refrigerador uma máquina térmica funcionando em ciclo reverso, na qual não ocorreriam dissipações de energia e todo o calor extraído do reservatório quente, seria convertido integralmente em trabalho. É importante ressaltar que os dois enunciados são equivalentes (ZEMANSKY, 1978).

Quando estes enunciados são apresentados em sala de aula, temos as explicações do funcionamento de uma máquina térmica. Uma máquina térmica segue a segunda lei da termodinâmica, e para converter calor em trabalho de forma contínua, deve operar em ciclo entre duas fontes térmicas, retirando calor da fonte quente e convertendo parte desse calor em trabalho, o restante da energia é rejeitado para a fonte fria.

Esse trabalho objetiva investigar os impactos da utilização de experimentos e um protótipo de motor Stirling no ensino de conteúdos de Termodinâmica com o

embasamento da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), com ênfase nos seguintes aspectos: elaboração de uma sequência didática envolvendo os conceitos das primeira e segunda leis da termodinâmica aplicadas ao conteúdo específico de máquinas térmicas; pesquisa sobre o impacto nos alunos da utilização de uma sequência didática desenvolvida como forma de construção do conhecimento.

Referencial teórico

Para Ausubel, a aprendizagem significativa somente é possível quando um novo conhecimento se relaciona de forma substantiva e não arbitrária a outro já existente. Para que essa relação ocorra, é preciso que exista uma predisposição para aprender. Ao mesmo tempo, é necessária uma situação de ensino potencialmente significativa, planejada pelo professor, que leve em conta o contexto no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado. O uso de experimentos proporciona aos alunos a oportunidade de interação direta com os conceitos físicos estudados, despertando assim, a participação e a curiosidade na discussão da matéria.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). (AUSUBEL, 1980, p. 34)

Assim propomos trazer ao aluno uma aprendizagem que o satisfaça por intermédio da construção de conhecimento. "Quanto maior o número de *links* feitos, mais consolidado estará o conhecimento" (AUSUBEL, 1968). É através de atividades interativas que o aluno relaciona o fenômeno apresentado com o mundo em que vive e a cultura na qual está inserido. Desta forma, o professor deve facilitar a aprendizagem utilizando-se das atividades experimentais e criar um ambiente propício ao favorecimento do processo de autonomia da própria aprendizagem. Para formar um conceito o indivíduo tem que ter vivenciado o fato. Cabe ao professor mediar estes conflitos para proporcionar a evolução do conhecimento. Ele poderá direcionar e controlar esta evolução, para que o aluno possa atingir o melhor do seu potencial sobre o tema abordado.

A aprendizagem significativa, por definição, envolve a aquisição de novos significados. Estes são, por sua vez, os produtos finais da aprendizagem significativa. Ou seja, o surgimento de novos significados no aluno reflete a ação e a finalização anteriores do processo de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000). A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se comentou, consiste no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam ao que o aluno já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo (AUSUBEL, 2000).

Procedimentos metodológicos.

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede estadual do ensino médio do Espírito Santo. Participaram da pesquisa um total de 37 alunos da segunda série do ensino médio com idades entre 15 e 16 anos.

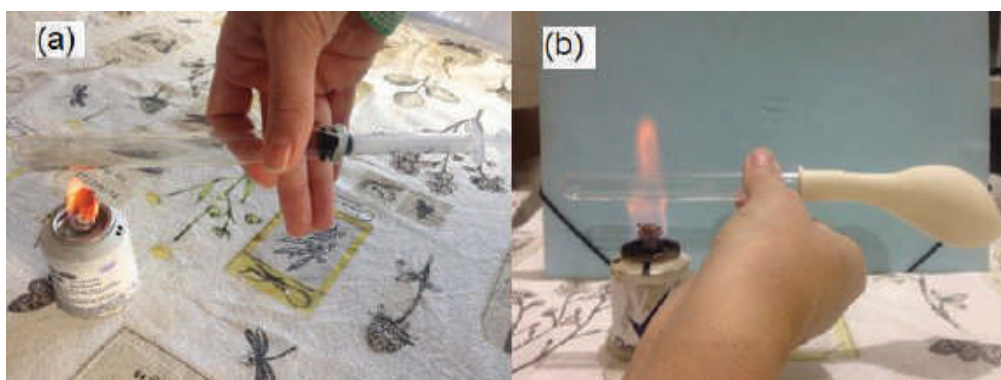
Os dados foram coletados por meio de registros escritos. Foram considerados os resultados das atividades realizadas que incluíram o pré-teste, utilização de materiais instrucionais, questionário relatando o que os alunos acharam da aula e o pós-teste. As atividades foram desenvolvidas em 8 aulas com duração de 55 minutos cada, cabendo ressaltar que os experimentos utilizados foram de caráter demonstrativo, e não houve pretensão de coleta de dados experimentais. A seguir fazemos uma breve descrição das aulas:

- 1ª aula – aplicação do pré-teste;

- 2ª aula – Inicialmente foi fornecido um texto sobre a primeira lei da termodinâmica, para ser lido em sala de aula. Posteriormente foi realizada uma discussão para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto e de forma geral foram revisados os conceitos de temperatura, calor e condutividade térmica. Em sequência foi apresentada uma barra de alumínio de 30 cm, uma barra de ferro de 30 cm - vergalhão, um pedaço de madeira de 30 cm (parajú), para demonstrar comparativos de condutividade térmica;

- 3ª aula – foram abordados os conceitos da primeira lei da termodinâmica, tendo em vista as dúvidas apresentadas na discussão do texto e dos conhecimentos prévios relacionados ao assunto que os alunos demonstraram durante a discussão. Foi apresentado o primeiro experimento (Figura 1a), com o intuito de verificar a primeira lei da termodinâmica, através das transformações isovolumétricas e isotérmicas com um tubo de ensaio de vidro acoplado numa seringa graduada. Ao realizar o experimento, esperava-se que os alunos por meio de observação visualizassem que o tubo de ensaio estava recebendo calor em transferência da chama para o mesmo e que a temperatura interna do ar estava aumentando. Não havendo variação de volume, fato esse constatado visualmente, visto que, o êmbolo da seringa não se movimentava, concluía-se então que o volume é constante, enquanto a temperatura e a pressão aumentavam proporcionalmente.

Figura 1 - Experimentos utilizados durante as aulas: (a): Experimento tubo de vidro acoplado a uma seringa e (b): Experimento tubo de vidro acoplado a uma bexiga cheia.



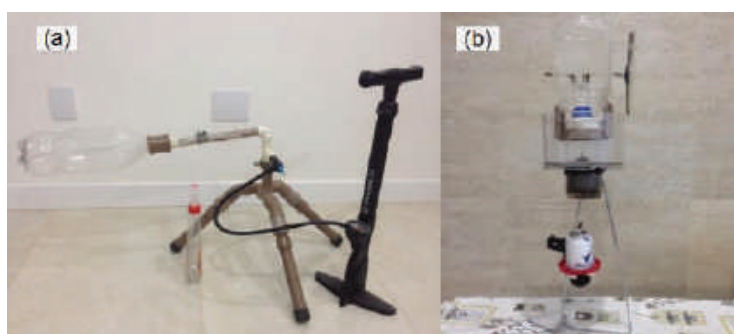
Fonte: Autoria própria

- 4ª aula – Nesta aula foi apresentado o segundo experimento, tubo de vidro acoplado a uma bola de soprar na ponta (Figura 1b) - demonstração da transformação isobárica - o processo foi o mesmo do experimento anterior, o tubo foi aquecido através de uma chama, os alunos ficaram observando e perceberam que o balão de soprar começou a encher, porém bem lentamente. O professor então, foi mediando e mostrando que a transformação não é isovolumétrica e como o processo ocorreu bem lentamente, e a bexiga por ser flexível e apresentar resistência quase nula a expansão com o aumento do volume do ar, evitando o

aumento de pressão interna no tubo, mantendo-se a pressão interna do tubo igual a pressão externa ao tubo, de modo que a transformação observada é isobárica.

Ainda na quarta aula, foi utilizado o terceiro experimento (Figura 2a), onde usamos um lançador de foguetes com garrafa pet fixa para demonstrar os conceitos da primeira lei da termodinâmica na transformação adiabática. Primeiramente foi pulverizado álcool dentro da garrafa pet, em seguida conectou-se a garrafa ao lançador, depois utilizou-se a bomba para encher a garrafa com ar do meio externo para dentro da garrafa, neste processo a pressão aumenta, inclusive foi mostrado ao aluno através do manômetro que indicou a pressão aumentando. Foi solicitado a um aluno que encostasse a mão na garrafa pet durante o processo, para ele perceber que a temperatura da garrafa estava aumentando. Quando foi alcançado em torno de 30 PSI (garrafa pet suporta até 150 PSI, segundo testes do fabricante), foi aberto o registro do lançador, liberando rapidamente a saída do ar que se encontrava dentro da garrafa pet.

Figura 2 - Experimentos utilizados durante as aulas: (a): Lançador de Foguetes com garrafa pet fixa e (b): Motor ciclo Stirling modelo Beta.



Fonte: Autoria própria

- 5ª aula – foi fornecido um texto sobre a segunda lei da termodinâmica que foi lido e discutido em sala de aula, de modo a verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto. Nesta aula foram abordados os conceitos de máquinas térmicas (1º e 2º Enunciados) e suas implicações, lembrando rapidamente energia mecânica e enfatizando a história das máquinas térmicas.

- 6ª aula – foi apresentado o motor Stirling tipo Beta com cilindro transparente, Figura 2b, que é uma construção própria dos autores. Foi explicada cada parte que compõe o motor e para que serve. Foi explicado que o motor possui 2 pistões, o primeiro chamado de pistão quente ou deslocador (*Displacer*), cuja função é somente movimentar o ar em um determinado momento para a região aquecida e em outro momento para a região resfriada e o segundo chamado de pistão frio ou trabalho, cuja função é realizar o trabalho.

Utilizando o experimento do tubo com a seringa (3ª aula), construímos com os alunos o princípio do movimento de subida e descida do pistão de trabalho do motor Stirling (transformação isovolumétrica seguida de isotérmica, que são as transformações presentes no ciclo de Stirling). Comparamos o pistão de trabalho do motor com o êmbolo da seringa, a parede da seringa com o cilindro do motor. Então os alunos começaram a ligar os eventos ocorridos no experimento tubo de vidro mais seringa com o motor Stirling. Foi demonstrado no quadro branco o ciclo de Stirling e suas abordagens através do gráfico pressão versus volume ($P \times V$) (HIRATA, 1995), explicando cada etapa envolvida no ciclo. Um detalhado tutorial da montagem do motor Stirling está disponibilizado em (MÜLLER, 2019).

• 7ª aula – continuando a abordagem do motor Stirling, nesta aula, foi apresentado um outro ciclo, o ciclo Otto. Nesta aula foi diferenciado o motor de combustão interna (por exemplo o motor a gasolina que segue o ciclo Otto) e o motor de combustão externa (o motor Stirling). Foi apresentado vídeos demonstrativos/explicativos de motores de combustão interna tipo Otto, contextualizando o uso dos motores termodinâmicos no cotidiano do aluno. Foi mostrada também a geração de energia elétrica com o uso de um motor termodinâmico, para fazer uma associação com usinas termoelétricas, visto que nesta aula é utilizado um motor Stirling tipo gama acoplado a um gerador de energia e uma lâmpada incandescente, Figura 3, citando as 3 modalidades de energia envolvida.

Figura 3 - Motor ciclo Stirling modelo gama



Fonte: Autoria própria.

• 8ª aula – foi aplicado o pós-teste.

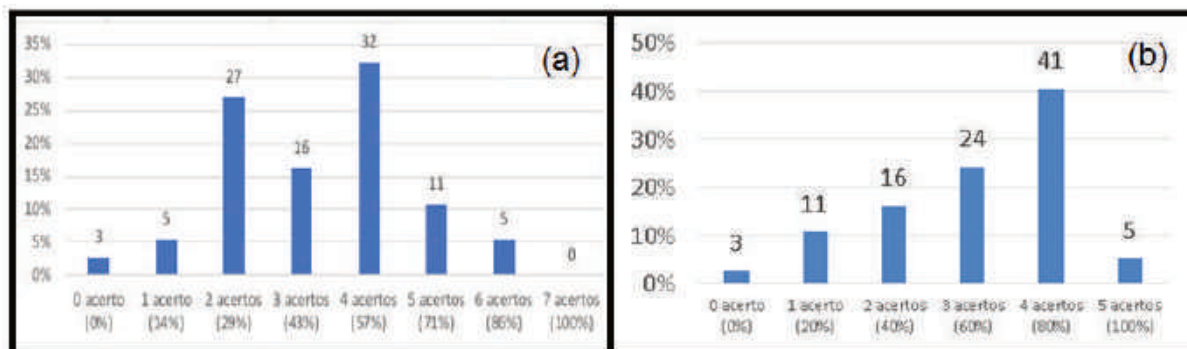
Análise de dados

O pré-teste foi composto por nove questões objetivas. Da questão 1 até a questão 7, abrangemos conceitos como: calor, temperatura, condutividade térmica, com a finalidade de averiguar o que o aluno reteve cognitivamente do conteúdo que foi lecionado anteriormente, que são conteúdos base para a ancoragem do novo conteúdo em questão. Nas questões 8 e 9, abrangemos a primeira e segunda leis da termodinâmica, com o intuito de verificar se algum aluno já tinha visto o conteúdo. O pós-teste foi composto de forma similar ao pré-teste, por dez questões objetivas, desta vez, com a finalidade de averiguar se a sequência das aulas com o uso de experimentos foi capaz de auxiliar no reforço da fixação dos conteúdos estudados.

Faz-se agora uma descrição do pré-teste em comparação com o pós-teste levando em conta o número de alunos com a mesma quantidade de acertos no teste inteiro, por exemplo: aluno A tem 3 acertos em 9 questões, aluno B tem 4 acertos em 9 questões, aluno C tem 3 acertos em 9 questões, aluno D tem 5 acertos em 9 questões, aluno E tem 4 acertos em 9 questões, portanto já temos dois alunos com 3 acertos e dois alunos com 4 acertos e 1 aluno com 5 acerto em 9 questões e assim por diante. A proposta é verificar se o número de acertos aumentará ou não do pré-teste se comparado ao pós-teste, após a aplicação da sequência de aulas com o auxílio dos experimentos.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 4, constatamos que 48% dos alunos ficaram entre 57% e 86% de acertos nos conceitos gerais do pré-teste, em contrapartida, no Pós-teste, 70% dos alunos alcançaram entre 60% e 100% de acertos no pós-teste, demonstrando uma melhora no número de acertos após a aplicação da sequência didática.

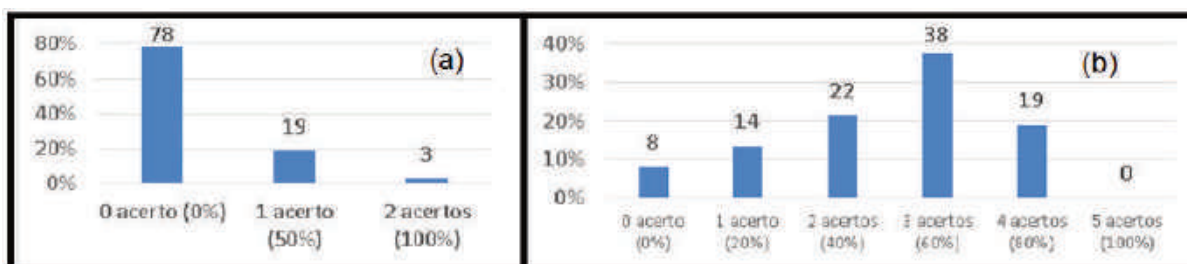
Figura 4 – Porcentagem de alunos em função do número de acertos (a) questões 1 a 7 do Pré-teste e (b) questões 1 a 5 do Pós-teste, aplicados durante a aplicação da sequência didática.



Fonte: Autoria própria.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 05, constatamos que 78% dos alunos não obtiveram nenhum acerto nas questões relacionadas a primeira e segunda leis da termodinâmica, demonstrando que em sua grande maioria, os alunos não tinham conhecimento sobre esse assunto no momento do pré-teste, em contrapartida, no Gráfico 04, 38% dos alunos alcançaram 60% de acertos e 19% obtiveram 80% de acertos no pós-teste, demonstrando uma boa assimilação do conteúdo de termodinâmica, após a aplicação da sequência didática.

Figura 5 - Porcentagem de alunos em função do número de acertos (a) questões 8 e 9 do Pré-teste e (b) questões 6 a 10 do Pós-teste, aplicados durante a aplicação da sequência didática.



Fonte: Autoria própria

Considerações finais

Neste trabalho discutimos os conceitos físicos envolvidos nas primeira e segunda leis da termodinâmica com a utilização de experimentos de baixo custo, buscando demonstrar de forma visual e didática o emprego de cada conceito físico nos experimentos, organizando-os numa sequência de forma a construir o pensamento do aluno sobre o tema em questão. As análises de dados efetuadas validam a sequência didática, aplicada com experimentos demonstrativos, como um

estudo de caso. Finalmente, um tutorial explicando detalhadamente a montagem dos experimentos desta sequência didática, também está disponibilizado em <http://www.ensinodefisica.ufes.br/pt-br/pos-graduacao/PPGEnFis/detalhes-da-tese?id=13526> (MÜLLER, 2019).

Agradecimentos

A CAPES e a FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo) pelo suporte financeiro.

Referências

- AUSUBEL, D.P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. 1ª ed. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, David Paul. **Psicologia Educacional**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. 1ª ed. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 2000.
- Brasil, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, 1999.
- HIRATA, K. **Schmidt theory for Stirling Engines**. Stirling Engine home page. Disponível em: <http://www.bekkoame.ne.jp/~khirata/> . Acesso em 14 jan. 2019.
- MÜLLER, A. T. **Estudo das primeira e segunda leis da termodinâmica com o emprego de experimentos e um motor Stirling**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – PPGEnFis - UFES, Vitória, 2019. Disponível em <http://www.ensinodefisica.ufes.br/pt-br/pos-graduacao/PPGEnFis/detalhes-da-tese?id=13526>. Acesso em: fevereiro de 2020.
- TIPLER, P. A. **Física para engenheiros e cientistas** Vol. 1. 6ª ed. Editora LTC: Rio de Janeiro, 2009.
- ZEMANSKY, M. W. **Calor e Termodinâmica**. 5ª ed. Editora Guanabara Dois. Rio de Janeiro, 1978.

RELATOS DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA: ONDAS MECÂNICAS, LEI DE FARADAY E GRAVITAÇÃO

REPORTS OF PHYSICAL TEACHING EXPERIMENTS: MECHANICAL WAVES, FARADAY LAW AND GRAVITATION

André Luíz Alves¹, Rodrigo Dias Pereira¹, Gustavo Viali Loyola¹, Anderson Nunes Panetto¹, Yohannes Benincá Motta¹, Arthur Bissoli¹, Gabriel Pestana²

¹Universidade Federal do Espírito Santo/ Departamento de Ciências Naturais/ andre.alves@ufes.br

²Instituto Federal do Espírito Santo – São Mateus/ Ensino Médio Integrado/ gabinete.sm@ifes.edu.br

Resumo

Neste trabalho são apresentados os resultados preliminares do projeto de pesquisa “Uso de experimentos como apoio didático na disciplina de física II e monitoria em laboratório de física”, que propõe montar, desenvolver e aplicar experimentos para o ensino de ondas mecânicas, lei de Faraday e Gravitação. Ondas mecânicas estacionárias em cordas foram produzidas por uma haste oscilatória com frequência senoidal regulável. Os estudantes puderam visualizar diversos modos de vibração, realizar medições e obter a velocidade da onda na corda. Para a abordagem da lei de Faraday foi construído um gerador monofásico de ímãs permanentes. Como resultado, foi possível visualizar na tela de um osciloscópio uma onda senoidal, obter parâmetros relevantes e medir tensões elétricas em função da frequência de rotação do gerador. Na gravitação, foram realizadas atividades fora da sala de aula, com o uso de um telescópio do tipo refletor durante a noite. Para esta atividade experimental, foram produzidos dois *banners* que tratavam da lei de Gravitação de Newton, das fases da Lua e os fenômenos das marés. Este trabalho veio como proposta de estimular a participação dos alunos em sala, despertar suas curiosidades e propiciar a construção de um ambiente motivador e agradável.

Palavras-chave: Experimentos, práticas, ondas mecânicas, lei de Faraday, gravitação.

Abstract

This work presents the preliminary results of the research project “Use of experiments as didactic support in the discipline of physics II and monitoring in a physics laboratory”, which proposes to set up, develop and apply experiments for the teaching of mechanical waves, Faraday law and Gravitation. Stationary mechanical waves on strings were produced by an oscillating stem with adjustable sinusoidal frequency. Students were able to view different vibration modes, take measurements and obtain the wave speed on the string. For the approach of Faraday's law, a single-phase permanent magnet generator was built. As a result, it was possible to visualize a sine wave on the screen of an oscilloscope, obtain relevant parameters and measure electrical voltages as a function of the generator rotation frequency. In gravitation, activities were carried out outside the classroom, using a reflector telescope during the night. For this experimental activity, two banners were produced that dealt with Newton's law of gravitation, the phases of the moon and the phenomena of the tides. This work came as a proposal to stimulate students'

participation in the classroom, awaken their curiosities and provide the construction of a motivating and pleasant environment.

Keywords: Experiments, Practices, String Waves, Faraday Law, Gravitation

Introdução

A Física nos permite conhecer as leis gerais da natureza que regulam o desenvolvimento dos processos que se verificam no nosso planeta e no universo. Conhecendo os fenômenos da natureza pode-se fazer previsões de acontecimentos, recriá-los e manipulá-los em laboratórios, e usá-los para o desenvolvimento de um mundo moderno e melhorias na qualidade de vida de toda uma população. Na astronomia, a observação experimental do movimento de astros como o sol e a lua e a formulação da lei de gravitação universal, possibilitou a construção de um calendário com as estações do ano, conhecer e prever as fases da lua, fenômeno das marés e fenômenos no céu (TARSIA, 1995; QUEIROZ, 2004). Conhecer os fenômenos ondulatórios e as grandezas físicas que os descrevem são de grande importância em todo nosso cotidiano, estando presente no som, nas ondas de rádio e no movimento de partículas na matéria (DE MOURA, 2017; ALVES, 2019).; já no eletromagnetismo vale citar a lei de Faraday no qual se constroem diversos sensores eletromagnéticos, geradores de energia elétrica, freios magnéticos (DE AZEVEDO, 2017; ALVES, 2019). Assim, os professores de física devem buscar meios de demonstrar a importância que a física tem no cotidiano dos alunos e as atividades experimentais são uma grande ferramenta para tal.

As práticas experimentais em sala de aula tornam os conteúdos menos abstratos e mais fáceis de serem compreendidos e instigam o interesse no aprendizado pelos alunos. Entretanto, ao considerar o cenário atual da educação em grande parte das escolas e universidades brasileiras, depara-se com um distanciamento entre o que a escola deveria proporcionar ao aluno e o que ela realmente oferece: o ensino das ciências naturais no país está fortemente influenciado pela ausência da prática experimental, dependência excessiva do livro didático, método expositivo, reduzido número de aulas, currículo desatualizado e descontextualizado e profissionalização insuficiente do professor (PEDRISA, 2001; COSTA, 2015). Para tentar amenizar essa situação, foi proposto neste trabalho levar a experimentação para a sala de aula. Foram pesquisados conteúdos nos quais os alunos possuem mais dificuldades de entendimento e foram realizadas atividades que poderiam estimulá-los a estudar física. Parte deste trabalho foi aplicado nas turmas dos cursos de Física (disciplina de Física II), Engenharia (Eletromagnetismo) e algumas das disciplinas de Física Experimental da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) e no curso integrado de Mecânica do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus São Mateus (IFES-SM).

Inicialmente foi submetido um projeto vinculado à Pró-reitora de Graduação da UFES (PROGRAD), sendo este aprovado e fomentado por esta agência. Parte deste projeto também foi fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES). O projeto contou com a participação de três monitores bolsistas.

Objetivos

O presente trabalho permite aos professores das disciplinas de Física II e eletromagnetismo, ter suporte experimental em alguns conteúdos das disciplinas que ministram. Desta forma, foram propostos a montagem de kits experimentais e atividades como listadas abaixo:

- a) Montar experimentos de ondas em cordas para a verificação experimental de ondas estacionárias e grandezas físicas relevantes: padrões de oscilação e determinação da velocidade da onda na corda;
- b) Construir de um kit experimental prático para a observação e aplicação da lei de Faraday: geradores de tensão alternada;
- c) Desenvolver atividades noturna com um telescópio, abordando temas de gravitação.

Além disto este trabalho teve como objetivo contribuir com o aperfeiçoamento das práticas experimentais dos monitores envolvidos, bem como o manuseio de ferramentas adequadas e práticas em atividades didáticas durante o auxílio dos professores nas disciplinas. Será relatado neste trabalho, de forma objetiva e concisa, parte de cada uma destas atividades.

Metodologia

Em uma reunião, os temas e objetivos deste trabalho foram apresentados aos monitores, quer foram divididos da seguinte maneira: 02 bolsistas ficaram responsáveis pelos experimentos de ondas em cordas e astronomia vinculadas à disciplina de Física II e 01 bolsista pelos experimentos da lei de Faraday (geradores), vinculados às disciplinas de eletromagnetismo do CEUNES. A prática de eletromagnetismo também foi aplicada aos alunos IFES, no ensino médio. De início, foram realizadas pesquisas em sites da internet, buscando experimentos que poderiam ser facilmente montados e abordados em sala de aula. Após definidos os experimentos, foram realizadas reuniões semanais para a realização de projetos, compra de materiais, montagem dos experimentos e planos de aula.

Atividades Desenvolvidas

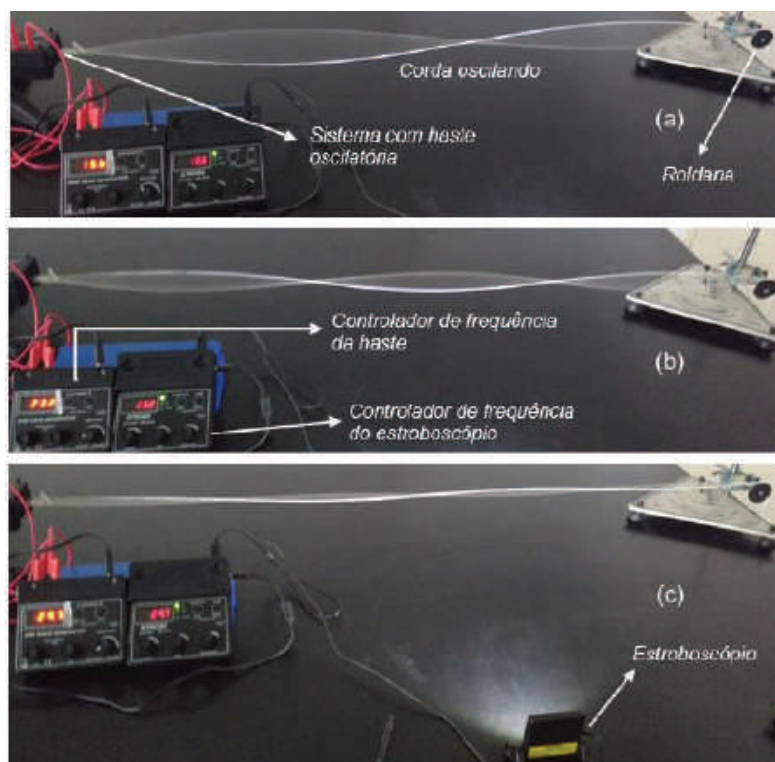
Ondas Mecânicas em Cordas

Neste experimento foram utilizados uma mola de brinquedo (não mostrado aqui) e um kit de ondas mecânicas da marca PASCO modelo EX 9952. Os monitores inicialmente trabalharam com a mola “maluca” de brinquedo onde foi possível mostrar a formação de ondas. Será abordado os procedimentos utilizados pelos monitores para o ensino experimental em sala de aula. Inicialmente o monitor solicitou a um estudante da turma de Física II que esticasse a mola sobre uma mesa lisa. Então com apenas um movimento na direção perpendicular à corda foi possível a observação de um pulso de onda e, com movimentos repetitivos, foi observado um trem de ondas. Foi observado também a inversão de fase, quando um pulso de onda atinge uma extremidade fixa (a mão de um estudante) e retorna. Os monitores prosseguiram com a demonstração das ondas estacionárias. Foi explicado aos estudantes que uma onda estacionária poderia ser produzida pela superposição das ondas produzidas na mão do monitor com as refletidas na mão do estudante. Então

o monitor abordou que a palavra estacionária, vem do fato de a onda estar confinada em uma região e não se propagar. Em seguida, foi questionado à turma: Para que serve esta onda? Foi explicado de início que é possível medir facilmente a velocidade da onda na corda; além disso esta onda está presente em instrumentos musicais como o violão e flautas e em equipamentos de caracterização de materiais como o espectrômetro de ressonância paramagnética.

Este experimento foi útil para demonstrações qualitativas. Para a realização de medições de grandezas relevantes e obtenção da velocidade da onda em cordas foi utilizado o kit da PASCO. Os materiais e as montagens estão apresentados nas Figuras 1 (a)-(c).

Figura 1 - Sistema para formação de ondas estacionárias, medição e obtenção de grandezas físicas. Corda vibrando nas frequências de (a) 15.6 Hz, (b) 23.2 Hz e (c) 29.7 Hz.



Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Em (a) a corda é fixa em uma haste que tem sua frequência variada. A corda passa por uma roldana e a outra extremidade é fixada a um suporte, no qual se pode variar o peso nele e assim, a tensão na corda. A distância entre a haste e a roldana foi $\approx 1,24$ m. O controlador de frequência da haste, visualizado em (b), faz a haste e a corda vibrarem em diferentes frequências, formando diferentes modos de oscilação que podem ser facilmente verificados por meio de um estroboscópio, mostrado em (c). Quando a frequência da luz estroboscópica coincide com a frequência de oscilação da corda, esta aparenta estar em repouso e o padrão se torna mais nítido.

Os monitores prosseguiram em sala, da seguinte maneira: variaram a frequência da haste e produziram $n = 2, 3$ e 4 modos de vibração, de acordo com as Figuras 1(a), 1(b) e 1(c) respectivamente. As frequências medidas para cada modo foram de $f = 15,6$ Hz, $23,2$ Hz e $29,7$ Hz respectivamente. Então, estes explicaram que os padrões se formam de maneira semelhante à formada com a mola “maluca”.

A seguinte questão foi levantada: a velocidade de propagação da onda na corda varia com a frequência? Com os valores de L (fixo), n e f medidos para cada padrão de vibração, os monitores desenharam no quadro da sala as figuras estacionárias observadas pelos alunos durante a realização do experimento e a partir dos desenhos deduziram a seguinte relação:

$$V_n = 2 \frac{L}{n} f_n \quad \text{Equação (1)}$$

onde $n = 1, 2, 3, 4 \dots$

Assim, os monitores explicaram que se trata de valores quantizados em n . Os cálculos realizados em sala, através da equação 1, mostraram que para $n = 2$ e $f = 16,6$ Hz, foi obtido $V_2 \approx 19,3$ m/s; para $n = 3$ e $f = 23,2$ Hz, foi obtido $V_3 \approx 19,2$ m/s; finalmente para $n = 4$ e $f = 29,7$ Hz foi obtido $V_4 \approx 18,5$ m/s. Os valores de V da ordem de 19 m/s sugeriram que a velocidade da onda na corda é constante. Esta questão foi levantada a turma e finalmente foi explicado que a velocidade da onda depende da tensão na corda e da densidade linear de massa, sendo estas grandezas fixas neste experimento.

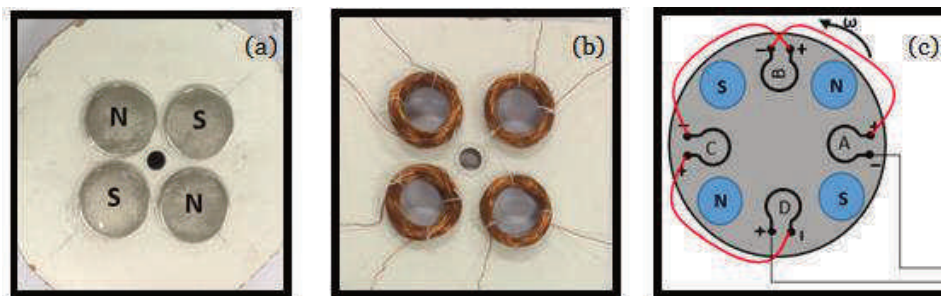
Lei de Faraday e o Gerador de Tensão Alternada

Para uma abordagem qualitativa da lei de Faraday, os monitores construíram uma bobina por 1000 espiras de fio esmaltado do tipo AWG 28 e suas extremidades foram ligadas a um Led vermelho com voltagem de 1,0 V. Também foi utilizado um ímã de neodímio em formato de bastão. Durante o experimento em sala, os monitores mostraram que o ímã em repouso no centro da bobina não faz o led emitir luz. Por outro lado, foi observado que ao movimentar o ímã em um movimento oscilatório ocorria a emissão de luz pelo Led. A luz se tornava mais intensa, quando se aumentava a velocidade dos ímãs. Foi possível constatar em sala que o movimento dos ímãs faz variar o fluxo do campo magnético nas bobinas produzindo uma força eletromotriz (tensão elétrica) capaz de acender o Led. Foi explicado que o movimento mais rápido aumenta este fluxo de campo magnético, aumentando a tensão elétrica. Para a verificação do sinal, foi utilizado um multímetro conectado nos extremos da bobina. Os monitores mostraram a turma que os ímãs ao penetrarem na bobina produzem um sinal de tensão oposto ao gerado quando se retiram os ímãs. A lei de Lenz foi então abordada com sucesso para explicação do sinal gerado no multímetro. A aula seguiu com uma breve abordagem teórica da lei de Faraday.

Para dar seguimento a abordagem experimental, os monitores construíram um gerador de energia elétrica para enfatizar a importância da lei de Faraday em nosso cotidiano. O gerador é do tipo monofásico de fluxo axial de ímãs permanentes, muito empregado em geradores eólicos (MAIA, 2011). Trata-se de um experimento de fácil construção: ímãs de neodímio de diâmetro 2,9 cm foram colados (com polaridades N e S alternadas) em madeira do tipo MDF (*Medium Density Fiberboard*) com 6 mm de espessura, cortada em um formato circular de 12 cm de diâmetro (Figura 2(a)), formando a parte do rotor do gerador. Bobinas de 100 espiras e 1,9 cm de diâmetro foram feitas com fio esmaltado tipo AWG 28. Posteriormente estas foram coladas sobre a madeira MDF, formando o estator do gerador (Figura 2(b)). Na montagem, o rotor fica sobre o estator, tendo um centro em comum (veja o furo existente na parte central do rotor e estator), por onde passa

uma barra roscada, que serve como eixo. Na Figura 2(c), foi feita uma ilustração do rotor sobreposto ao estator: os ímãs, em azul, com polaridades opostas geram sinais de tensão (+ e -) que se alternam nas extremidades dos ímãs A, B, C e D. A ligação, ilustrada com o fio em vermelho, foi feita conectando-se as extremidades com sinais (+) e (-) maximizando a tensão gerada.

Figura 2 - (a) Montagem do rotor, (b) estator e (c) o esquema de ligação das bobinas no estator.

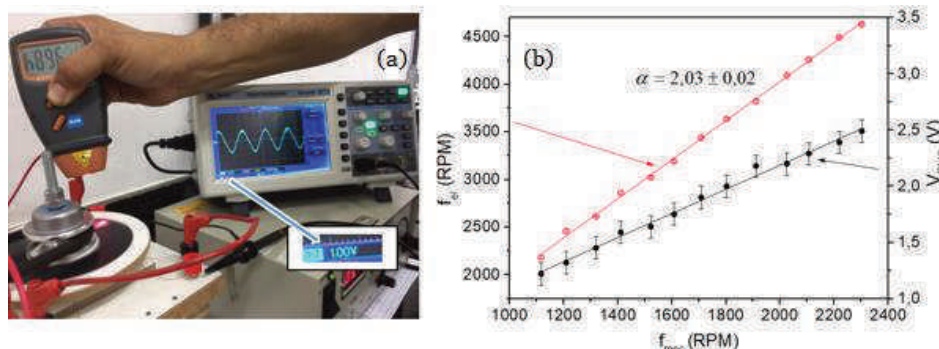


Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Para manter uma rotação aproximadamente constante, uma polia foi acoplada na parte superior do rotor, por onde passou uma correia que foi acoplada a polia de um motor com rotação variada. Na Figura 3(a) o rotor ao girar sobre o estator produz no osciloscópio um sinal de tensão do tipo alternada, com amplitude $\approx 1,5$ V para uma rotação ≈ 968 RPM vista com o auxílio de um tacômetro ótico sobre o rotor. Na Figura 3(b) estão apresentados dois gráficos: um em vermelho, da frequência elétrica (f_{el}) em função da frequência (rotação) mecânica (f_{mec}) ambos em RPM e outro, em preto, da tensão eficaz (V_{RMS}) gerada em função da f_{mec} . Ambos seguem comportamento linear e a inclinação (α) da reta em vermelho indica que o valores de f_{el} superam os de f_{mec} por um fator de 2. Isto ocorre pois como os ímãs estão defasados de 90° , a cada meia volta (180°) do rotor o polo norte ou sul, retorna para uma mesma bobina, completando um ciclo. Então, é como se este ímã girasse de 360° , completando um ciclo.

A abordagem deste aparato em sala de aula seguiu com os monitores apresentando o experimento à turma explicando a relação da lei de Faraday com os geradores e como foi realizada a ligação entre as bobinas. O sistema apresentado na Figura 3(a) foi levado em sala e colocado para funcionar. Os estudantes puderam ver o sinal alternado da tensão gerada. O gráfico da Figura 3(b) foi projetado em sala e abordado com os estudantes.

Figura 3 - (a) Gerador e tensão alternada na tela do osciloscópio. (b) Gráficos da frequência elétrica (f_{el}) em função da frequência mecânica (f_{mec}) e da tensão eficaz (V_{RMS}) em função da f_{mec} .

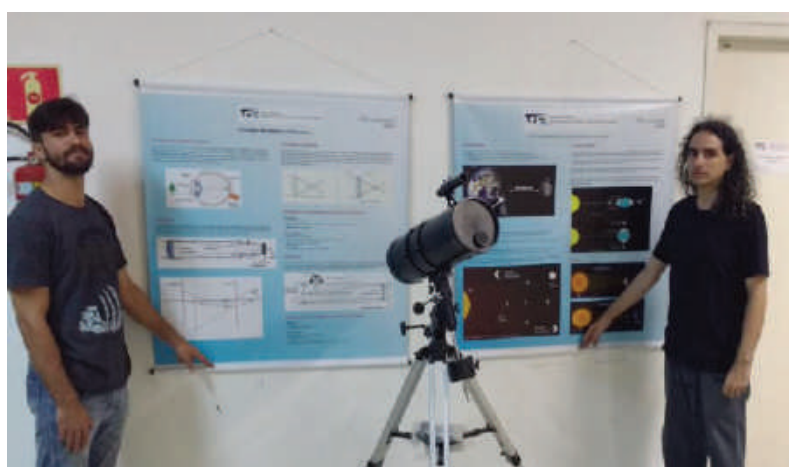


Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Gravitação

Para o estudo da gravitação os monitores desenvolveram atividades de observação do céu noturno: observação da Lua, e dos planetas Júpiter e Saturno. Além disto, foi montado um manual do telescópio contendo informações sobre procedimentos de uso, tipos de lente e ampliação de cada uma delas, como focar um astro, etc. As atividades desenvolvidas foram divulgadas no site da universidade, no link: www.ceunes.ufes.br/conteudo/observacao-da-lua-e-dos-planetras-com-um-telescopio-refletor. Neste link, os estudantes poderiam visualizar os dias em que as atividades seriam desenvolvidas, dependendo se o céu estivesse nublado ou não. Concomitante com estas atividades, foram montados dois *banners* contendo informações sobre as fases da Lua e o funcionamento do telescópio (Figura 4).

Figura 4 - Monitores do projeto, telescópio do tipo refletor e os *banners* montados, abordando temas de gravitação e o funcionamento do telescópio.



Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Em um banner os monitores utilizaram de figuras ilustrativas mostrando a influência da posição do Sol e da Terra sobre as fases da Lua. No outro banner foi abordado como os raios provenientes de um objeto muito distante refletem nos espelhos e formam uma imagem nítida e ampliada deste objeto. Enquanto os estudantes guardavam sua vez de observar o telescópio, estes tinham a oportunidade de conhecer mais sobre os assuntos abordados nos banners.

Considerações Finais

As atividades experimentais propostas neste trabalho foram aplicadas em sala de aula e nenhum problema foi observado, ou seja, os experimentos funcionaram dentro do esperado. O professor e que lecionava para os alunos do curso de Física e os monitores relataram que durante a realização do experimento, os alunos (de forma voluntária) foram fazendo previsões sobre o que deveria acontecer quando uma variável fosse alterada, p.e. a frequência. Além disso, o professor observou que os alunos calcularam a velocidade da onda de forma mais “natural” quando comparado com os exercícios do livro. A princípio podemos dizer que a interação dos alunos com o experimento e a possibilidade de serem agentes ativos no processo, removeu algumas barreiras que os alunos tinham com relação ao conteúdo apresentado. Concomitantemente os professores e monitores que

trabalham com a disciplina de Eletromagnetismo, relataram comportamento semelhante nos alunos e acrescentaram que após a realização do experimento os alunos relatavam que “foi muito mais fácil de ver o que está escrito nos livros (**sic**)”. O tema que despertou uma maior “empolgação” dos alunos foi gravitação, pois além de ter a atividade prática, ela foi realizada ao ar livre e isto deixou os alunos mais à vontade. Com base nos depoimentos de todos os participantes, podemos inicialmente dizer que a realização de experimentos é um importante instrumento auxiliar no ensino de física. Somente o fato de colocar o aluno como agente ativo no processo, causa um maior envolvimento dos alunos e este maior envolvimento leva a um maior interesse e através da observação dos comentários, podemos dizer que os alunos apresentavam os conceitos físicos de forma mais científica e natural.

Referências

- ALVES, A. L.; COURA, D. J.; PESSOA, M. S.; BENTO, S. S.; MOSCON, P. S. O Ensino de Ressonância Eletromagnética por um Sistema Emissor e Receptor Utilizando o Rádio Antena de Quadro: Descrição e Análise Usando Osciloscópio. **Física na Escola**, v. 17, n.1, p.46-52, 2019.
- COSTA, L.; BARROS, M. O Ensino da Física no Brasil: Problemas e Desafios. *In: XII Encontro Nacional de Educação, Paraná. Anais [...]* Paraná, 2015, CD 01.
- DE AZEVEDO, G. T.; PEIXOTO, C. J. T.; BARGOS, F. F.; MENEGATTI, C. R. Gerador Trifásico de Baixo Custo para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.39, n.3, e3503, 2017.
- DE MOURA, M. A.; CURVO, E. A. C., DE ASSIS, A. F. S.; DE BARROS, M. P. Visualize a sua Voz: uma proposta para o ensino de ondas sonoras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.8, n.1, p.182-200, 2017.
- MAIA, Thales Alexandre Carvalho. **Projeto e Construção de um Gerador a Ímãs Permanentes de Fluxo Axial para Turbina Eólica de Pequena Potência**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- PEDRISA, C. M. Características históricas do ensino de ciências. **Ciência e Ensino**, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001
- QUEIROZ, G. P.; LIMA, M. C. B.; VASCONCELLOS, M. M. N. Física e Arte nas Estações do Ano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.1, p.33-54, 2004.
- TARSIA, R. D. O calendário Gregoriano. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.17, n.1, p.50-54, 1995.

ENSINO DO EFEITO COMPTON ATRAVÉS DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

COMPTON EFFECT TEACHING BY ACTIVE LEARNING METHODOLOGIES

Daniele Socorro Ribeiro da Silva¹, Luciana da Cruz Barros², Caio Fernando Rocha Silva³, Mateus Gomes Lima⁴

¹Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, dsrsdaniele@gmail.com

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, lucianauepa2010@gmail.com

³Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Instituto de Ciências Exatas – ICE, caio@unifesspa.edu.br

⁴Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Instituto de Ciências Exatas – ICE, mateus.lima@unifesspa.edu.br

Resumo

Este trabalho representa um recorte de uma pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará– UNIFESSPA e tem por objetivo investigar como o ensino do efeito Compton à luz das Metodologias Ativas de aprendizagem por meio de uma sequência didática, pode impactar o processo de aprendizagem dos estudantes do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Bragança. A abordagem metodológica é qualitativa de cunho exploratória e teve seu delineamento por meio da construção e aplicação de uma sequência didática sobre o efeito Compton para os alunos da terceira série do ensino médio. A sequência didática foi aplicada durante três encontros, com periodicidade semanal que versaram sobre o desenvolvimento da ciência, com foco na física moderna, e contou com a utilização de animações computacionais para melhor representar o Efeito Compton. Ao final, pôde-se concluir que a utilização de uma metodologia ativa de ensino que incorpore animações computacionais e estimule a participação dos estudantes um aprendizado com maior significado para estes.

Palavras-chave: Metodologias Ativas, Animações Computacionais, Efeito Compton.

Abstract

This work represents an excerpt from a research by the National Professional Master in Physics Teaching at the Federal University of the South and Southeast of Pará - UNIFESSPA and it aims to investigate by the light of Active Learning Methodologies and through a didactic sequence how the Compton effect teaching can impact the learning process of high school students at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará – IFPA, in Bragança Campus. The methodological approach is qualitative with an exploratory nature which was designed through the construction and application of a didactic sequence on the Compton effect for students in the third grade of high school. The didactic sequence was applied during three meetings on a weekly basis that dealt with the development of science with a focus on modern physics and relied on the use of computer

animations to better represent the Compton Effect. In the end it was concluded that the active teaching methodology using that incorporates computational animations and encourages student participation provided learning with greater meaning for them.

Keywords: Active Methodologies, Computational Animations, Compton Effect.

Introdução

A Física Moderna, ainda é vista como algo muito abstrato pela sociedade de modo geral. Mas é possível modificar essa visão se houver uma preparação por parte dos educadores, mostrando que essa área da Física está presente em nosso dia a dia. É possível abordar a Física Moderna de maneira mais concreta, quando se apresenta ao estudante as aplicações da mesma através de experimentos, vídeos, simuladores e animações computacionais.

As pesquisas sobre o ensino de Física Moderna na Educação Básica buscam contornar as dificuldades enfrentadas tanto pelos educadores, quanto pelos educandos, durante o processo de ensino e aprendizagem desta importante área da Física. Atualmente, quando discutida nos currículos da Educação Básica, é vista no final do terceiro ano do Ensino Médio, ou seja, no encerramento do ano letivo, o que leva muitos professores a não discutir o assunto por “falta de tempo”.

De acordo com Busatto *et al.* (2018) muitos professores, pesquisadores defendem, embasados em documentos legais, que os conhecimentos da Física Moderna precisam ser iniciados no Ensino Médio havendo uma ligação entre a utilização da mesma e o conhecimento prévio que os estudantes trazem consigo, relacionando a tecnologia, a sociedade e a ciência. A partir dessa relação, o aluno poderá compreender que os conceitos estudados podem ser diretamente ligados a ações concretas do seu cotidiano, como por exemplo, a criação de novos equipamentos eletrônicos, usando avançadas tecnologias.

Atualmente, estamos imersos num mundo de tecnologias, descobertas científicas que cada vez mais chama a atenção dos estudantes. Geralmente, quando eles chegam na sala de aula, muitos já têm em mente algumas indagações sobre os novos fatos científicos que surgiram, porém, normalmente o professor não dá espaço para que haja essa discussão e resume suas aulas nos livros e no quadro, sem levar em consideração o debate de como a Física auxilia nesses acontecimentos. Oliveira *et al.* (2007) afirmam que

A lacuna provocada por um currículo de física desatualizado resulta numa prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Isso não permite que ele compreenda qual a necessidade de se estudar essa disciplina que, na maioria dos casos, se resume em aulas baseadas em fórmulas e equações matemáticas, excluindo o papel histórico, cultural e social que a física desempenha no mundo em que vive. (OLIVEIRA *et al.* 2007 p. 448)

A partir da fala dos autores pode-se refletir sobre a importância de se usar metodologias atrativas para os alunos. Através delas, pode-se instigar os estudantes a buscarem respostas para os seus questionamentos no seu cotidiano. Fazer o aluno pensar criticamente sobre quais os benefícios e/ou malefícios que os avanços tecnológicos podem trazer para a sociedade.

Nesse contexto, o professor será um membro mais ativo, pois de acordo com Barbosa e Moura (2013) o

[...] professor, em princípio, está (ou deveria estar) em uma posição ativa ao ensinar, pois tem de recorrer a seus estudos, selecionar informação, escolher terminologia adequada, explicar um conhecimento de diferentes formas, fazer relações, comparações, analogias etc. (BARBOSA; MOURA, 2013 p.56)

O professor tem uma função essencial que é motivar os alunos, torná-los “ativos” para que sua formação ocorra de maneira consciente e dinâmica. O docente mostrará as opções que cada um terá e fará com que eles trabalhem a independência fazendo com que tomem suas próprias decisões. A aula acontecerá de maneira colaborativa, participativa com todos dando as suas contribuições

Aporte Teórico

As metodologias ativas surgiram com o propósito de trabalhar em sala de aula tendo como foco principal o aluno. Ele é o ponto central do processo de ensino e aprendizagem. Através dessas metodologias, busca-se auxiliar o estudante em seu processo de construção de saber mais significativo para a sua vida. De acordo com Gaeta e Masetto (2010) o professor deve elaborar as suas práticas pedagógicas em conjunto com os alunos, levando-lhes a enfrentar situações problemas nos quais eles serão instigados a criarem uma postura crítica e ativa diante o conhecimento. Nesse caso, fica claro que o professor tem o papel de ativar os saberes e não de transmiti-los. Reforçando esse pensamento Sebold *et al.* (2010) afirmam que

Com as novas tendências, destaca-se um processo de interação entre docente e discente, no qual esses sujeitos criam conjuntamente novos métodos e caminhos de ensino-aprendizagem, levando à construção do conhecimento pelo próprio aluno, focando a questão da subjetividade e a formação de novos cidadãos (SEBOLD et al., 2010 p. 754).

Pode-se observar através dessas afirmações que a relação professor e aluno deve mudar, sair da rotina, do fato de o professor ser o centro dessa relação. Com o estudante ocupando esse lugar, novas responsabilidades lhes serão dadas, a fim de torná-lo um agente construtor do seu conhecimento.

Em relação ao papel do professor facilitador, Lima, Barbosa e Peixoto (2018 p.164) contribuem afirmando que “o educador-facilitador deve ajudar seu aluno a entrar em contato com os seus interesses, objetivos e expectativas, incentivando-o a ser um agente da sua própria aprendizagem”. O aluno não deve ser um mero depósito de informações, mas sim, ir em busca do conhecimento na tentativa de solucionar suas inquietações.

Rogers (1985) assegurou que fazer um lugar aceitável no qual os docentes e alunos possam discutir temas com mais liberdade, descobrirem coisas novas sem sofrer críticas externas, ainda é uma grande provocação para as instituições de ensino. Geralmente, o momento de maior contato entre o professor e o aluno se dá sempre dentro da sala de aula, do ambiente formal, onde se discute com mais propriedade o que está nos livros, segue-se rotinas que muitas vezes já não alcançam seus objetivos com o alunado.

O Efeito Compton ou espalhamento Compton, é usado em diversos ramos da ciência, porém, é na radiologia que ele é empregado com abundância, pois está

presente em todos os tipos de aparelhos de raios X. Sua capacidade de interação utilizando o raio Gama com outros materiais também é notória.

Paiva (2014) lista diversos momentos nos quais o espalhamento Compton é tido como principal componente. Na física nuclear, por exemplo, esse efeito é importante para o estudo de reações fotonucleares em vários níveis de energia, como as reações de fotofissão, assim como em

Objetos de baixas densidades e constituídos de elementos de números atômicos pequenos quando são blindados por materiais de grandes números atômicos e altas densidades podem ser detectados e identificados com o uso de feixes de fótons produzidos por espalhamento Compton. (PAIVA, 2014 p.03)

As aplicações do efeito Compton são diversas, pois desde sua descoberta, ele foi sendo aprimorado para constituir novas tecnologias, como podemos observar nas falas de Boldo e Appoloni (2010), quando trazem diferentes exemplos utilizados na sociedade, sendo uma delas a utilização do efeito Compton na construção civil a fim de verificar a densidade do concreto.

As propriedades de transporte de fluidos no interior do concreto são influenciadas pela quantidade e grau de interconectividade dos poros presentes na estrutura. Portanto conhecer informações sobre a densidade do concreto por meio de uma técnica não destrutiva é de grande interesse. O retroespalhamento de raios gama é uma das técnicas adequadas para este fim. Algumas agências governamentais provêm normas para testar o concreto por espalhamento Compton (ASTM C 1040-93, 2001) (ADIL, 1977 *apud* BOLDO, APPOLONI, 2010 p.08).

Corroborando com o autor, esse efeito é encontrado em diversas áreas, da indústria, da medicina, porém, é pouco comentado em sala de aula. Assim, os estudantes não conhecem as aplicabilidades do efeito no cotidiano e não conseguem observar a importância do mesmo na construção de novas tecnologias. É importante a percepção de onde esses fenômenos físicos são empregados, pois muitos desconhecem a funcionalidade dos mesmos, assim como, a sua constituição.

Neste sentido, para melhor ilustrar os fenômenos físicos apresentado aos estudantes, usa-se com mais frequência as animações computacionais. Pode-se notar que através das animações os estudantes têm a possibilidade de observar como o fenômeno ocorre de maneira mais dinâmica, o que ajuda o educador na explanação sobre o mesmo. A animação, de acordo com o autor, deve conter alguns parâmetros para que sirva como um auxílio na construção do conhecimento científico.

As animações precisam ser estruturadas de forma que facilite sua visualização e observação pelos alunos; precisam ser atrativas para despertar o interesse dos discentes; precisam ter explicação teórica básica, para que os conceitos possam ser construídos pelos próprios alunos, haja visto que elas promovem uma abordagem construtivista, sendo capazes de auxiliar na construção do conhecimento (LOPES, 2016 p. 27-28).

Corroborando com o autor, as animações devem ter um propósito educacional ao serem utilizadas com os estudantes. Deve-se observar como ela é estruturada e se está de acordo com a finalidade a ser empregada pelo educador. Usar as animações em sala de aula sem ter uma intenção não é algo construtivo para os estudantes. Trabalhar o Efeito Compton juntamente com animações desse efeito é uma forma didática que auxilia na tentativa de fazer com que desperte no

estudante o interesse pelo assunto, colaborando assim na construção do conhecimento e observando as suas diversas utilizações no cotidiano.

Materiais e Métodos

Após a delimitação do tema da pesquisa e busca de embasamento na literatura, foi construída uma sequência didática baseada numa metodologia ativa que faz uso de animações computacionais a fim de motivar e despertar nos alunos o interesse pelo Efeito Compton. As animações foram confeccionadas no software de modelagem 3D Blender®¹, através de seu motor de jogo integrado na versão 2.79.

A sequência didática foi pensada para 3 encontros pedagógicos, onde:

Encontro 1 – problematização do conhecimento inicial dos alunos por meios de questionamentos, seguido de discussões para identificar concepções prévias e interesses sobre o tema “Efeito Compton”. Leitura e discussão de textos relacionados aos primórdios da Física Moderna. Este primeiro encontro será finalizado com uma sugestão de pesquisa sobre a importância do Efeito Compton para o desenvolvimento de tecnologias e sua relevância para a sociedade.

Encontro 2 - Apresentação e discussão da pesquisa sugerida anteriormente. É esperado que durante a discussão, os estudantes exponham um conhecimento não sistematizado e impregnado de senso comum. Então, estes conhecimentos serão sistematizados com o rigor científico necessário à compreensão do Efeito Compton.

Encontro 3 – Consolidação do conhecimento através de uma atividade prática colaborativa entre os alunos, com o uso de animações computacionais sobre o Efeito Compton.

A sequência didática desenvolvida para este estudo foi aplicada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no município de Bragança – PA, numa classe com 30 alunos do 3º ano do Ensino Médio integrado do curso de Técnico em Desenvolvimento de Sistemas (TDS). Esta pesquisa é caracterizada em relação ao método de abordagem como qualitativa, pois trata da investigação de valores, atitudes, percepções e motivações do público pesquisado, com o objetivo principal de compreendê-los em profundidade; não tendo preocupação estatística (Gonçalves; Meirelles, 2004).

Resultados e Discussões

No primeiro encontro, foi discutido a importância de se conhecer um pouco mais da história da Ciência e seus principais colaboradores, no qual os estudantes puderam se manifestar em prol de mais discussões sobre diferentes cientistas que contribuíram para a construção da Física Moderna. As discussões sobre o tema Efeito Compton, possibilitaram aos estudantes criarem seus próprios conceitos e observações sobre as aplicações e implicações desse efeito no cotidiano. Após a realização desse momento pôde-se perceber a interação dos alunos conforme o comentário do Aluno A

¹Blender é um software de código aberto e gratuito que reúne uma diversidade de recursos computacionais avançados para a produção de imagens tridimensionais, animações, jogos e apresentações. Disponível em: <<https://www.blender.org/features/>>

Foi muito proveitoso discutir sobre alguns grandes nomes da física, pois muitas vezes só sabemos o nome dado as fórmulas e não paramos para pensar quem eram essas pessoas e como surgiu a sua contribuição na Física. Com certeza será mais fácil lembrar das suas invenções após conhecer um pouco mais a vida dos estudiosos da Física. (ALUNO A)

Esse comentário do Aluno A reforça o pensamento que um dos fatores que pode favorecer uma melhor aprendizagem aos alunos em sala de aula é a curiosidade e a interação com o tema proposto. Nesse sentido, faz-se necessária uma reflexão contínua das práticas pedagógicas utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem Física, pois é papel do professor proporcionar um ambiente engajador e estimulante para o aprendizado.

No segundo encontro, os alunos trouxeram diferentes exemplos ilustrativos e algumas animações retiradas da plataforma YouTube® sobre o uso do Efeito Compton dentro da indústria e medicina, para discutirmos em sala de aula. Se mostraram bastante interessados na pesquisa, pois abordaram não só o aspecto físico, como o químico e biológico também. O Aluno B esclarece em seu comentário que:

A princípio não gostei muito da ideia de fazer novamente pesquisa sobre o efeito Compton, só que durante a realização dela fui me envolvendo com o tema e nunca pensei que fosse tão útil no nosso cotidiano, como na saúde e na medicina. Foi muito bom saber a importância desse estudo antes de iniciar o desenvolvimento das aulas, pois a maioria dos professores dizem que é importante porque pode cair no ENEM. (ALUNO B)

Esse excerto do Alunos B nos mostra a importância de atividades direcionadas para aguçar o perfil investigativo dos alunos, pois nem sempre os discentes utilizam as informações e recursos disponíveis como facilitadores da aprendizagem.

No terceiro encontro, os alunos se reuniram no laboratório de informática com a finalidade de criar uma animação na qual fosse retratado o efeito Compton, de acordo com o discutido em sala de aula. Durante esse encontro, os estudantes demonstraram ter conhecimento sobre alguns aspectos históricos da ciência como por exemplo, a vida científica de Arthur Holly Compton, também sobre as aplicabilidades do Efeito Compton, e como esse efeito ocorre. Todos os alunos participaram da criação dando sugestões sobre os conteúdos, imagens, cores e como o efeito iria ser reproduzido na animação. Abaixo, algumas imagens da animação criada para ilustrar o Efeito Compton.

Figura 01 – Quadro da animação que ilustra o Efeito Compton microscopicamente (início).



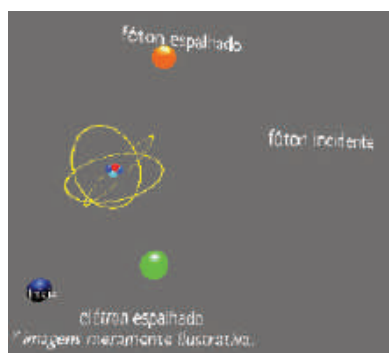
Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Figura 02 – Quadro da animação que ilustra o Efeito Compton microscopicamente (meio).



Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Figura 03 – Quadro da animação que ilustra o Efeito Compton microscopicamente (fim).



Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Na figura 01, 02 e 03 tentou-se criar uma animação para mostrar como o Efeito Compton ocorre. Para abordar a diferença entre o comprimento de onda do fóton incidente (cor amarelo) com o fóton espalhado (cor alaranjado), os estudantes optaram pela mudança de cor, observando que cada uma tem uma frequência e que essa é inversamente proporcional ao seu comprimento. Também foi observado a mudança de trajetória do fóton espalhado em relação a trajetória do fóton incidente, assim como do elétron “atingido”.

Conclusão

No ensino de Física Moderna na Educação Básica é comum a abordagem de tópicos que tratam da radiação e matéria, muitas vezes de modo separado. É importante que se discuta a interação entre esses dois tópicos e quais as consequências disso para a sociedade. Muitas tecnologias surgiram em consequência dessa interação, inclusive o Efeito Compton que nos possibilitou, por exemplo, novas alternativas na medicina, na construção civil, entre outras áreas.

Essa pesquisa evidenciou que associar um tema Física Moderna, pouco explorado em sala de aula, ao desenvolvimento de animações computacionais, por meio de uma metodologia ativa de aprendizagem, facilita a compreensão, por parte dos alunos, da dinâmica do efeito físico abordado, seu caráter interdisciplinar e seu impacto nas tecnologias cotidianas. Ao montar a animação, todos os estudantes da turma deram suas contribuições na construção da mesma, sendo possível observar que a consolidação do conhecimento ocorreu de maneira significativa, através das

ações e discussões dos estudantes em sala de aula.

Tem-se como perspectiva de extensão desse trabalho a inserção das animações num ambiente de simulador desse efeito, o que permitirá a exploração de outras nuances do mesmo e geração de dados estatísticos advindos da sua aplicação.

Referências

BARBOSA, Eduardo Fernandes; DE MOURA, Dácio Guimarães. **Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica**. Boletim Técnico do Senac, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BOLDO, Emerson M.; APPOLONI, Carlos Roberto. **Aplicações do Espalhamento Compton de Raios Gama**. LFNATEC-Publicação Técnica do Laboratório de Física Nuclear Aplicada, v. 14, p. 1-7, 2010.

BUSATTO, Cassiano Zolet; SILVA, Júpiter Cirilo da Roza; JUNIOR, Neclito Pansera; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio. **O ensino de física moderna e contemporânea na educação básica: conteúdos trabalhados pelos docentes**. Revista CIATEC – UPF, vol.10. 2018.

LIMA, Letícia Dayane de; BARBOSA, Zildete Carlos Lyra; PEIXOTO, Sandra Patrícia Lamenha. **Teoria humanista: Carl Rogers e a educação**. Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-ALAGOAS, v. 4, n. 3, p. 161, 2018.

GAETA, Cecília; MASETTO, Marcos. **Metodologias ativas e o processo de aprendizagem na perspectiva da inovação**. In: Congresso Internacional PBL. 2010.

GONÇALVES, Carlos A.; MEIRELLES, Anthero M. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

LOPES, Auxiliadora Cristina Corrêa Barata. **O uso de animações computacionais na formação inicial de professores: uma alternativa para melhoria do ensino de química**. 2016.

OLIVEIRA, Fábio Ferreira de.; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, 2007

PAIVA, Eduardo de. **Sobre o espalhamento Compton inverso**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, p. 1-5, 2014.

ROGERS, Carl Ransom. **Liberdade de aprender em nossa década**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

SEBOLD, Luciara Fabiane; MARTINS, Fernanda Espíndola; ROSA, Rosiane da et al. **Metodologias ativas: uma inovação na disciplina de fundamentos para o cuidado profissional de enfermagem**. Cogitare Enferm. v. 15, n. 4, p.753-56, 2010.

O CONCEITO DE FORÇA E SUA INTERLOCUÇÃO COM OUTROS CONCEITOS FÍSICOS: UMA PROPOSTA DE ENSINO.

THE CONCEPT OF FORCE AND ITS INTERLOCUTION WITH OTHER PHYSICAL CONCEPTS: A TEACHING PROPOSAL.

Giovanna Moreno Parizotto¹, Rebeca B. Lima², Sabrinna Aparecida Rezende Macedo³, Izabel Cristina Duarte dos Santos⁴

¹PGP -WM/ CEPMG Waldemar Mundim, giovannaparizotto@gmail.com

²UFG/IF/PGP- WM, blimarebeca@gmail.com

³UFG/PPGECM, sabrinnaaparecida@gmail.com

⁴UFG/IF/PGP- WM, izabelc429@gmail.com

Resumo

O presente estudo teórico pretende apresentar o papel do conceito de força para a construção de outros conceitos físicos, além de buscar subsidiar o trabalho de professores quanto ao ensino dos conteúdos ancorados pela noção de força, apontando uma proposta de abordagem histórica junto aos alunos do Ensino Médio. Para tanto, partimos do entendimento de que enquanto o conceito de força é (re)construído e (re)significado ao longo do tempo, várias modificações científicas ocorriam no cenário das diversas épocas. A noção de força foi pano de fundo para a construção e consolidação de outros conceitos como quantidade de movimento, trabalho, energia cinética e energia potencial, bem como auxiliou no entendimento de outros conceitos como a inércia, velocidade, aceleração, dentre outros. Hoje, infelizmente, tal compreensão histórica não é sequer citada durante os estudos da mecânica na formação inicial dos futuros professores, o que impacta diretamente na sua abordagem na Educação Básica.

Palavras-chave: Conceito de Força; Ensino Médio; Ensino de Física.

Abstract

This theoretical study intends to present the role of the concept of force for the construction of other physical concepts, in addition to seeking to subsidize the work of teachers regarding the teaching of content anchored by the notion of force, pointing out a proposal for a historical approach with the students of Education Medium. Therefore, we start from the understanding that while the concept of force is (re)constructed and (re)signified over time, several scientific changes occurred in the scenario of the different times. The notion of force was the backdrop for the construction and consolidation of other concepts such as the amount of movement, work, kinetic energy and potential energy, as well as helping to understand other concepts such as inertia, speed, acceleration, among others. Today, unfortunately, this historical understanding is not even mentioned during the studies of mechanics in the initial training of future teachers, which directly impacts their approach in Basic Education.

Keywords: Concept of force; High school; Physics teaching.

A importância do conceito de força enquanto alicerce para a construção de outros conceitos físicos.

A noção do conceito de força - apesar de passar por diversos períodos da história da ciência sem grandes discussões específicas a seu respeito - serviu como pano de fundo para a estruturação e unificação metodológica do esquema conceitual da ciência (JAMMER, 2011) em vários contextos, principalmente quando falamos de energia.

Assim, independentemente de suas modificações, este conceito permite-nos analisar com clareza as leis gerais que regem os movimentos em diversas situações cotidianas. Contudo, ainda nos deparamos com professores que abordam esse conceito, seja em sala de aula ou em laboratórios de ensino, de forma esvaziada e/ou enviesada reforçando em seus alunos concepções inadequadas acerca da construção da ciência.

O papel da noção de força na construção de outros conceitos: delineamento histórico.

Ainda na mecânica pré-clássica podemos observar a força associada ao calor e a luz por meio, por exemplo, da Teoria dos Raios. Al-Kindi representante da ciência muçulmana e conhecido como o filósofo dos árabes afirmava que a força representava a capacidade de se aquecer e de unir substâncias para originar o fogo (JAMMER, 2011). Aqui temos a noção de força relacionada à noção de calor.

Al-Kindi influenciou os estudos de Roger Bacon o qual expôs uma concepção de espécie que, apesar de causar discussões devido sua definição inexata, contribuiu bastante para os estudos relacionados à conservação de energia, gravitação e forças de atração, incluindo a atração magnética. Para Bacon, a força era algo isolado que não poderia agir à distância, no entanto, transmitia-se por meio das partes numa espécie de reação em cadeia energizando sucessivamente as partes subsequentes. Poderíamos entender sua concepção de força como algo próximo do conceito de onda, que também “é uma forma de transmissão de energia ou força” (JAMMER, 2011, p.87).

O conceito de gravidade também ocupou diversos cenários de discussões ao longo do século XIII. É interessante registrar que foi nesta época que surgiu possíveis indícios da diferenciação entre peso e massa, bem como da análise comparativa entre força e massa.

Em nossos estudos, verificamos que Galileu tentou relacionar a força da gravidade a outros tipos de forças mediante análises comparativas, derivando da força gravitacional noções como força estática e força impulsora. Apesar do conceito de massa ainda não estar definido, Galileu já conseguia relacionar força e velocidade.

Mesmo não analisando a natureza da força em si podemos visualizar diversas outras noções físicas a partir dos estudos de Galileu, tais como momento relacionado ao torque (indicando a existência de uma força motriz) e o impulso como ação instantânea por meio da noção de ímpeto. Para ele, segundo Jammer (2011, p.136), a força “era uma sequência contínua de impulsos instantâneos somados uns aos outros”.

Nesta época, ainda embalados pelas ideias de Aristóteles, era inaceitável que devido à atração os corpos teriam pesos diferentes dependendo de suas posições em relação ao solo (gravidade relacionada à altitude). De igual modo era difícil conceber que ao atrair um objeto, quanto maior sua massa menor seria sua velocidade “presumindo-se que a resistência ao movimento fosse proporcional, de algum modo, à quantidade movida” (JAMMER, 2011, p.91).

Hoje, após os estudos de Newton, sabemos que tanto a resistência quanto a intensidade da força estão relacionadas à massa do objeto. Tais análises sobre o movimento são até hoje discutidas na academia nos estudos iniciais da mecânica, principalmente no Laboratório de Física I, quando tratamos do princípio da inércia e do movimento retilíneo uniformemente variado.

Apesar do princípio de inércia ser comumente atribuído a Isaac Newton, enquanto uma de suas três leis, há registros de que sua formulação inicial ocorreu em 1585 por Gianbattista Benedetti durante seus estudos sobre a teoria do *impetus*. O princípio da inércia também foi pressuposto, anos antes, por Galileu ao opor-se ao pensamento aristotélico a respeito do movimento e baseando-se na experimentação formulando então uma nova teoria do movimento a qual, conforme Ben-Dov (1996), estaria fundada no princípio de inércia.

A noção de força, aqui, sofre uma alteração. Os aristotélicos não concebiam a ausência de força quando analisavam os movimentos (pois todo movimento era devido a uma causa) e não aceitavam a composição do movimento. Para os aristotélicos haviam dois fenômenos distintos, o movimento e o repouso. Nesta época, não era aceita a ideia de uma força que age à distância, a força era algo impresso responsável pelo movimento violento.

A partir da aceitação do princípio de inércia (com Newton) foi necessário admitir a força externa enquanto agente de mudança de estado, no entanto, o movimento retilíneo uniforme e o repouso representavam um mesmo estado. Ou seja, já não existe mais a presença de uma força externa permanente nos casos de movimento retilíneo uniforme, onde o repouso era entendido como “mero caso particular de movimento uniforme com velocidade nula” (BEN-DOV, 1996, p.28).

A força externa, agora, seria necessária para promover o movimento ou para cessá-lo, de modo que sua ação não seria permanente – Newton introduz esta força externa na definição IV da obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* como força impressa. A força impressa foi definida como uma ação necessária para modificar o estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme de um corpo. Trata-se de uma força que possui caráter temporário, transitivo.

Galileu em seus estudos buscou unir os domínios do mundo sublunar e do mundo supralunar defendidos pela Igreja ao apoiar-se nas teorias aristotélicas. No entanto, foi Newton quem consolidou esta junção e conseguiu fornecer meios para definir a intensidade da força que sofre um corpo sujeito à atração gravitacional.

Para Newton, analisar as forças envolvidas em determinada situação-problema era indispensável para identificar e descrever analiticamente o movimento. Conforme nossos estudos, ele analisou detidamente três forças: força inata, força imprimida e força centrípeta. No entanto, ao analisarmos seus escritos em *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, percebemos que Newton não consegue definir o conceito de força. Ele expressa a noção de força de maneira relacional, como podemos observar em sua Segunda Lei.

Se para analisar o movimento de um objeto é necessário conhecer as forças que nele atua, assim, era de suma importância a existência de uma lei que descrevesse a ação de tais forças. Conforme Ben-Dov (1996),

Essa lei se exprime por uma relação de proporcionalidade entre a aceleração do corpo – a taxa de variação de sua velocidade – e a força que ele sofre. A constante de proporcionalidade entre a força e a aceleração é uma propriedade característica do corpo, chamada ‘massa’. (BEN-DOV, 1996, p.39)

Observamos que Newton associa a força aos seus efeitos, inclusive de forma intuitiva originada da ideia de força física e de esforço. Segundo Jammer (2011, p.163 - grifos do autor), “Para Newton, a força era um conceito dado *a priori*, intuitivamente; em última análise, era análogo à força muscular humana”.

Foram instituídos por Newton padrões de análises de dados no laboratório, pois a Física passou a fornecer as leis matemáticas necessárias à previsão dos mais variados fenômenos com grande grau de precisão, de modo que “Qualquer diferença entre os resultados experimentais e os valores teóricos passou então a ser percebida como um problema a resolver” (BEN-DOV, 1996, p.41).

Este *modus operandi* por ele instituído é até hoje utilizado na maioria das aulas do Laboratório Didático, onde os erros experimentais não são discutidos em termos de conceitos nem de definições, mas devem ser justificados mediante a exposição de falhas ao manusear os equipamentos, erros relacionados ao tempo de reação, erros de paralaxe (o que é bastante criticado), equipamentos desalinhados, dentre outros.

A Segunda Lei de Newton foi enunciada em termos relacionais e pode-se afirmar que não era sua pretensão utilizar esta lei como forma de definir força – aliás, esta não era uma de suas preocupações (JAMMER, 2011). Sendo assim, o segundo axioma de Newton relaciona a força aplicada (*vis impressa*) com a variação da quantidade de movimento:

$$F \propto \Delta p$$

Ao relacionar força e variação da quantidade de movimento, implicitamente, relaciona-se força e taxa de variação da velocidade. Trata-se, portanto, de mais uma forma de utilizarmos a noção de força para compreender aspectos ligados aos movimentos – mesmo apesar de Newton não dizer como medir massa e força, definindo tais grandezas a partir de relações com outras grandezas.

A noção newtoniana de força sofria severas críticas dos Cartesianos e de Leibniz, que questionava tanto Newton como os próprios Cartesianos. A crítica que Leibniz fazia aos Cartesianos e em especial a Descartes representa uma das célebres controvérsias científicas.

Ainda discutindo questões sobre o movimento, Leibniz questionava qual era a quantidade que realmente se conservava durante o movimento: a quantidade de movimento ou a força viva (*vis viva*). É interessante ressaltar que a força viva, denominada de *vis viva* mais tarde seria conhecida como energia cinética, com a adição do $\frac{1}{2}$ feito por Coriolis. No entanto, Descartes afirmava existir a conservação da quantidade de movimento ao contrário de Leibniz que dizia ser a da *vis viva*.

Se o conceito de força em Newton era algo externo, para Leibniz a força era uma espécie de qualidade inerente ao próprio corpo. Outra diferença marcante entre ambos é que a mecânica de Newton excluía toda a metafísica, já para Leibniz a noção de força estaria intrinsecamente relacionada à metafísica. Leibniz em suas análises inseria dois novos tipos de forças: primitivas e derivativas (aquelas que atuam umas sobre as outras e vice-versa).

Leibniz criticava as ideias de Descartes, mas também queria resolver o problema que ele havia detectado a respeito da conservação da quantidade de movimento (só se estabelecia quando ocorriam colisões perfeitamente elásticas!). Porém, Newton resolveu o problema que ambos (Leibniz e Descartes) buscavam solucionar ao apresentar o axioma referente à 2ª Lei demonstrando que a variação da quantidade de movimento possuía caráter vetorial.

Como resultado das discussões, ocorreu que a ideia de Leibniz evoluiu de força viva à concepção de energia cinética – com contribuições de Coriolis, enquanto que o estudo de Descartes evoluiu para nossa atual concepção de quantidade de movimento.

Até o século XIX acreditava-se que a quantidade de movimento (grandeza puramente mecânica) jamais poderia transformar-se em uma grandeza não-mecânica. Porém, descobriu-se que a “força” de Leibniz poderia assumir formas não mecânicas ao partir da relação estabelecida entre a “força viva” de Leibniz e o calor – proposto, inicialmente, por Joule.

Neste período diversos cientistas estudavam o calor e sua relação com a mecânica newtoniana o que foi chamado de “teoria mecânica do calor” ou “termodinâmica” (BEN-DOV, 1996), que envolvia calor e trabalho mecânico. O conceito de trabalho, se observado, tem seu cerne na noção de força, porém associada ao conceito de deslocamento. A noção de força aqui presente refere-se à força física, esforço necessário para deslocar um corpo.

Como grande colaborador para a construção do conceito de energia, a partir de pesquisas sobre o conceito de calor, temos Julius Robert Mayer. Este médico, que no ano de 1840 observou variação de cor no sangue venoso dos marinheiros de um navio holandês, concordava com Joule ao afirmar que existia certa equivalência entre trabalho mecânico e calor, de modo que propôs uma análise biofísica para a modificação da cor do sangue venoso tratando o corpo humano como motor térmico.

Segundo Ben-Dov (1996, p.57), “As ideias de Mayer sobre o corpo lembram a concepção de Descartes, para quem o mundo físico – nele incluídos os organismos vivos – era uma máquina imensa e complexa”. Assim, em seus estudos posteriores, Mayer varia suas aceções aproximando-se de diversos outros pesquisadores da época, ora concordando, ora discordando de seus pressupostos acerca do conceito de calor.

Mayer, acreditando que existiam diversos equivalentes do calor (mecânico, elétrico e químico) postula que no Universo há uma entidade física fundamental que possui diversas formas de manifestação à qual chamou de força, por influência de Leibniz. Esta força passou a ser entendida como Energia – termo introduzido Hermann Von Helmholtz.

Em meio a tantas discussões, Gaspard de Coriolis (1792-1843) relacionou o conceito de energia cinética ao conceito de trabalho, que ficou conhecido como Teorema do Trabalho e da Energia Cinética:

$$\text{Trabalho} = \text{Força} \cdot \text{Deslocamento} = \frac{1}{2}(\Delta \text{vis viva})$$

Destacamos que o termo “energia” substituiu o termo “vis viva” a partir de 1807 e foi modificado para “energia cinética” a partir das contribuições de Lord Kelvin (1824-1907).

Quando analisamos o princípio da conservação de energia devemos atentar para a importância da noção de força na estruturação deste princípio o qual, segundo Helmholtz, se traduz na conversão de uma forma de energia em outra – considerando-se as diversas manifestações de fenômenos físicos a ela relacionadas.

Assim, existe uma energia térmica, uma energia luminosa, uma energia potencial, ligada à posição em um campo de força [...], uma energia cinética ligada ao movimento [...], uma energia eletromagnética e – esta é uma descoberta mais recente – uma energia nuclear (BEN-DOV, 1996, p.59).

Após a contribuição de vários estudiosos concluiu-se que a “força” de Leibniz corresponde a uma das formas da grandeza hoje conhecemos por “energia”. Neste sentido, Jammer (2011) destaca que

[...] talvez o mais importante seja que o conceito de força foi instrumental na construção do conceito de energia, ideia que contribuiu de modo incontestável para uma concepção unificada dos fenômenos físicos (2011, p.302).

A “força viva” proposta inicialmente por Leibniz é chamada hoje de energia cinética (após várias contribuições acima citadas); a “força morta” é hoje o que chamamos de energia potencial (produto do peso do corpo por sua altitude, conforme proposto por Leibniz); e a energia mecânica refere-se à soma de ambas. Ao estudarmos conservação da energia mecânica referimo-nos à conservação de duas energias que, inicialmente, partiu da noção de força em diferentes contextos.

Considerações finais

Ao fazermos este estudo teórico e ao apresentá-lo acreditamos estar colaborando para o fortalecimento da prática docente quanto ao ensino dos principais conteúdos da mecânica no Ensino Médio que, por vezes, temos relatos de alunos não conseguirem correlacionar os conceitos a eles apresentados.

Abordar o conceito de Força não como um “fato isolado” da ciência, mas como um constructo teórico imerso num emaranhado de ideias e teorias que pode facilitar a compreensão acerca tanto deste conceito como a todos os demais relacionados à noção de força.

Ainda muito se discute acerca das produções acadêmicas que não chegam até as salas de aulas. Neste sentido, entendemos que este estudo pode ser amplamente utilizado em sala, seja como introdução ou como fechamento dos estudos da mecânica, ou ainda, como fonte de pesquisa, leitura compartilhada, como base para

elaboração de um pequeno teatro ou para a construção de jogos didáticos. Enfim, cremos que este trabalho tem o potencial de ser levado até os alunos, de modo que o professor atue como mediador na consolidação do conhecimento fazendo a devida transposição didática (PIETROCOLA, 2010) de termos que sejam de mais difícil apreensão pelos alunos.

Defendemos a ideia de que ensinar Física numa abordagem histórico-crítica poderá favorecer a superação de visões distorcidas (FERNÁNDEZ et al., 2002; GIL-PÉREZ et al., 2001) que acometem os estudantes de ciências. Cotidianamente, estes estudantes são expostos a um saber acumulado, precedido de breves resumos históricos, descontextualizados, formado por uma retórica de conclusões (MATTHEWS, 1995) – um ensino de Física divorciado da história das ideias.

Referências

BEN-DOV, Y. **Convite à Física**. (Tradução: Maria Luiza de X. Borges) – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996. (Coleção Ciência e Cultura).

FERNÁNDEZ, I. ; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, J.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002. Disponível em <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21841/21675>. Acesso em Jan. 2020.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência e Educação**, v.7, n.2, p. 125-153, 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>. Acesso em Jan. 2020.

JAMMER, M. **Conceitos de força: estudo sobre os fundamentos da dinâmica**. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. PUC-Rio, 2011.

MATTHEWS, M.R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 12(3), p. 164-214, 1995. Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>. Acesso em Jan. 2020.

PIETROCOLA, Mauricio. Inovação curricular em Física: transposição didática e a sobrevivência dos saberes. In: **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias** [S.l: s.n.], 2010.

QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA TEMÁTICA URBANIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES FOR PHYSICS TEACHING WITHIN THE URBANIZATION THEME

João Pedro Martins Coelho Júnior¹, Nataly Carvalho Lopes²

¹Universidade Federal de São Carlos/ Departamento de Ciências, Matemática e Educação/
coelho.joaopedro@yahoo.com.br

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Ciências, Matemática e Educação/
natalylopes@ufscar.br

Resumo

O presente trabalho refere-se à uma caracterização de um documento sobre a potencialidade das questões sociocientíficas para o ensino de Física a partir da temática urbanização. Assim, buscamos levantar documentos em diversas plataformas acadêmicas de busca, mas encontramos trabalhos apenas na plataforma Google Scholar entre os anos de 1998 a 2019 que fossem potenciais para abordar a temática urbanização, com o intuito de analisar as informações apresentadas nestes trabalhos, com o objetivo de controvertê-las e transformando o contexto urbanização como uma temática sociocientífica. Para isso, focamos na busca de termos como “urbanização e ensino de Física”, “urbanização e questões sociocientíficas”. A busca não nos proporcionou resultados, então optamos pela busca de termos mais condensados e grupais, tais como “trânsito” + “arborização”; “calor” + “ruas” + “asfalto”; “trânsito” + “prédios” + “espelhos” dos quais nos possibilitou encontrar documentos de áreas específicas sem relação ao ensino. Devido a esse fato, coube a nós caracterizar o documento como uma QSC buscando controverter as ideias apresentadas por ele e relacioná-las ao ensino de Física.

Palavras-chave: Questões sociocientíficas, Ensino de Física, Urbanização

Abstract

This paper refers to characterize a document on the potentiality of socio-scientific issues for Physics teaching within the urbanization theme. In this paper, we seek to collect documents on many academic platforms of searching, but we found out that just on Google Scholar platform from 1998 to 2019 that approach the urbanization theme, in order to find incomplete information, controverting them and transforming the urbanization context as a socio-scientific issue. We focused on searching for condensed and grupal terms such as “traffic” + “afforestation”; “heat” + “streets” + “asphalt”; “traffic” + “buildings” + “mirrors” which enable us to find documents in specific fields without relation to teaching. By this fact, It was up to us to characterize the document as a SSI and controvert the ideas within and relate it to the Physics teaching.

Keywords: Socio-scientific issues, Physics Education, Urbanization

Introdução – Tema e Problematização

Este trabalho busca fomentar ideias para a inserção das questões sociocientíficas-QSC no Ensino de Física com foco na temática urbanização. Essa temática nos chamou a atenção, uma vez que os conteúdos a ela relacionados estão presentes nos currículos de diversas disciplinas, além de possibilitar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, como propõem os chamados Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade – ECTS, dos quais se originaram as QSC. Porém, a partir de algumas buscas preliminares, pudemos perceber que não há trabalhos de pesquisa que se ocuparam em compreender as potencialidades da temática urbanização para o ensino de ciências, principalmente para a Física.

Julgamos que a temática urbanização pode abranger vários conteúdos da Física, como por exemplo a Óptica e a Termodinâmica, quando tratamos da construção de prédios espelhados, faixas de pedestres em 3 dimensões, além de outros exemplos que serão abordados nesse trabalho. Além disso, propomos que esta temática seja trabalhada aos moldes das chamadas questões sociocientíficas - QSC, cujas pesquisas e o ensino de física por meio delas pode ser importante para possibilitar a participação mais ativa dos alunos, gerar discussões entre eles, aguçar o pensamento crítico, criar debates, construir opiniões e, como consequência, preparar os alunos para viver em sociedade.

Um bom exemplo dessa problemática é a construção de prédios espelhados. Embora bonitos, modernos e melhores para a estética da cidade, eles trazem consigo muitos problemas. O reflexo gerado por eles pode atrapalhar o trânsito, confundindo os motoristas e pedestres e também podem atrapalhar na vida da fauna urbana, devido ao aumento nas mortes de aves que, enganadas pelo reflexo, se chocam contra as fachadas. Além desses problemas, os prédios espelhados afetam o clima da cidade, pois o vidro transmite calor para dentro do local, o que gera um aumento no uso de ar-condicionado, acarretando também em um maior consumo de energia elétrica. De acordo com o website G1¹ (2019), a prefeitura das cidades não consegue controlar os tipos de materiais que vão ser utilizados nas construções e que não existe uma lei que busque fiscalizar essas obras, tornando impossível reconhecer os materiais utilizados. Esse exemplo pode ser discutido no ensino, uma vez que envolve conceitos científicos que podem ser abordados no ensino de Física e que podem ser controvertidos pelas QSC.

Discussão Teórica

A abordagem das questões sociocientíficas que envolve a temática urbanização possui potencial para desenvolver o senso crítico dos alunos, em relação aos problemas que as cidades enfrentam atualmente e que podem englobar fatores sociais, científicos e tecnológicos, além dos aspectos éticos e ambientais. Pérez (2012) define as QSC como questões que “abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionadas com conhecimentos científicos da atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa”. Segundo Ratcliffe e Grace (2003), as QSC estão relacionadas com pesquisas

¹ Disponível em <<https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2019/07/26/predio-com-fachada-envidracada-pode-ser-26percent-mais-prejudicial-ao-meio-ambiente-diz-estudo-da-usp.ghtml>> Acesso em : abril 2019

científicas contemporâneas e de notável importância para a vida, uma vez que mudam as opiniões e a tomada de decisão dos cidadãos.

Nesse sentido, as QSC surgiram a partir do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, que tem como objetivo fazer com que os sujeitos olhem a ciência de maneira problematizada e participem do seu questionamento público, buscando a construção de novas formas de vida e de relacionamento coletivo (PEREZ, 2012). Segundo Santos et al. (2002 *apud* VAZ, 2009), a necessidade de alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é importante no mundo contemporâneo. Isso não busca mostrar somente o desenvolvimento da ciência, de maneira apenas informativa, mas sim de disponibilizar aos cidadãos representações que permitam a tomada de decisão, ter papel ativo e compreender as situações nos discursos dos especialistas. Essas representações têm sido a principal proposição dos currículos com foco em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Segundo Pinheiro (2005), o movimento CTS teve seu início por volta de 1970, com o intuito de rever, propor, entender e incentivar a tomada de decisões em relação às consequências provenientes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade atual, acarretando no surgimento do movimento CTS em vários países na mesma época. De acordo com Cerezo (2002 *apud* PINHEIRO, 2005, p.31), em relação às contribuições para o movimento CTS destaca:

[...]um importante fator para o desencadeamento do movimento [CTS] foi a publicação de duas obras: A Estrutura das Revoluções Científicas de Thomas Kuhn, centrada no estudo dos antecedentes ou condicionantes sociais da ciência, contribuindo para novas discussões no campo da história e filosofia da ciência e Silent Spring de Rachel Carsons, a qual influenciou a mobilização de movimentos sociais que passam a denunciar as consequências negativas da ciência e da tecnologia.

Com a busca da compreensão da dimensão da ciência e da tecnologia por meio dos pontos de vista histórico, social e cultural, começaram a aparecer nos EUA e na Europa novos meios para observar o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, por meio dos primeiros indícios do movimento CTS. O movimento apareceu como alternativa da comunidade acadêmica, buscando avaliar o “modelo linear” de desenvolvimento que existia na época (+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social. (CEREZO *et al.*, 2003)) para entender a ciência e a tecnologia como um processo social no qual os valores morais, interesses políticos, ideais religiosos, econômicos, entre outros exercem de maneira a formatar as ideias do âmbito científico-tecnológico (PINHEIRO, 2005).

Quando questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas ao meio científico e tecnológico ganham destaque, elas são denominadas *socioscientific issues (SSI)*, ou seja, questões sociocientíficas (QSC) ou temas sociocientíficos (SANTOS; MORTIMER, 2009 *apud* AZEVEDO *et al.*, 2013). Para os autores, segundo Azevedo *et al.* (2013), tais questões têm sido evidenciadas em currículos com ênfase em CTS, pois além de serem pertencentes à atividade científica, buscam a formação para a cidadania, pelo estudo do assunto através de uma visão ampla, como poluição ambiental, por exemplo, ou de forma pontual, como situações diárias com aplicações científico-tecnológicas.

As QSC são introduzidas em debates políticos, na mídia e no ensino, com o intuito de compreender ou debater controvérsias sobre os problemas da sociedade relacionados com ciência e tecnologia. Em relação à origem das QSC no ensino, Levinson (2006, *apud* SILVA, 2016, p.39):

[...]as discussões controversas se firmaram no contexto escolar inicialmente relacionado a temáticas de cunho mais especificamente social, o que não envolvia, necessariamente, discussões relacionadas à ciência e à tecnologia. Portanto, passaram a fazer parte do currículo as “discussões controversas” que envolvem

diferentes pontos de vista sobre um determinado assunto, mas não estão relacionadas à ciência e à tecnologia necessariamente, como é o caso das “discussões sociocientíficas”. Como afirma Levinson (2006), desde a década de 1970, o currículo escolar da Inglaterra, por meio do “Humanities Curriculum Project”, introduziu temas controversos com o objetivo de lidar com: relações familiares, pobreza, raça e homossexualidade. [...] Levinson (2006) acrescenta que, na década de 1980, os temas controversos estavam voltados para as discussões antirracismo e multiculturalismo

Silva (2016), enuncia que as QSC ganharam grande destaque no Ensino de Ciências no final da década de 1980, usando como base o avanço de pesquisas sobre biotecnologia e genética que fez o surgimento da necessidade da Bioética como um campo de estudo em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico realizado por essas pesquisas.

Percebe-se, pelos estudos, que o enfoque CTS nas QSC no contexto educativo aponta para a inovação e a renovação nas propostas curriculares do ensino, procurando vincular a ciência e a tecnologia no contexto em que se encontra a sociedade. Cabe, nesse contexto, a importância da discussão com os alunos sobre os desenvolvimentos, os avanços, as consequências, os interesses econômicos e políticos da ciência e da tecnologia, de maneira contextualizada e relacionando-os com a evolução do ser humano ao longo do tempo.

A Urbanização como questão sociocientífica no ensino de ciências

A urbanização tem potencial sociocientífico, pois as esferas sociais, científicas e tecnológicas se agrupam nesta temática, de modo a controverter os aspectos que a envolvem. Além do exemplo sobre os prédios espelhados, citado na introdução deste documento, um outro exemplo para a discussão dessa temática é o trânsito dentro das cidades. Por meio da notícia do website G1-MT² (2017) com seguinte título “Grafiteiros pintam faixas de pedestres em 3D para 'forçar' parada de motoristas em cidade de MT”, podemos destacar vários fatores. A notícia reporta a ação de grafiteiros sobre um patrimônio público, as faixas de pedestres, que favoreceu a diminuição de acidentes em uma avenida, por meio de uma técnica em desenhos que tornam suas aparências em 3 dimensões, essa nova técnica nas faixas foi apoiada pela própria prefeitura de Cuiabá – MT que a utilizou como referência de outros países (China, Índia, Geórgia e Islândia).

Ao mesmo tempo em que essa técnica seja inovadora, podemos destacar controvérsias que a envolve. Para as leis de trânsito vigentes, isso não foi uma ideia aceitável, pois de acordo com Mendes (2017, s/p):

O Departamento Nacional de Trânsito se manifestou acerca do tema através do Ofício Circular nº 16/2017, no qual entende ser ilegal essa sinalização por não respeitar os padrões, requisitos e princípios estabelecidos na legislação específica. O DENATRAN está desenvolvendo um estudo técnico sobre o assunto, tendo em vista não terem sido identificados quaisquer estudos que comprovem a eficácia e segurança da implantação desse tipo de sinalização. Até que haja uma posição final, os órgãos executivos de trânsito no país não devem implantar a “faixa de pedestres 3D”.

Contudo, é possível encontrar nas leis que essa inovação na sinalização não é totalmente proibida, pois o Código de Trânsito Brasileiro prevê em seu art. 80, § 2º: “O CONTRAN poderá autorizar, em caráter experimental e por período prefixado, a utilização de sinalização não prevista neste Código” (BRASIL, 2007, s/p). Ao mesmo tempo, olhamos para a marginalização dos grafiteiros pela sociedade. Para alguns, o grafite é uma expressão artística em espaços públicos, para outros, poluição visual e prática de vandalismo, como no caso do prefeito de São Paulo, João Doria, que

apagou as práticas de grafite em uma região que era considerada o “maior mural de grafite da América Latina”. Segundo a notícia do website O Globo² (2017), Doria afirma que pichadores são condenados na cidade e a população não quer pichação. Destacamos nessa fala, o desentendimento do próprio prefeito em diferenciar a pichação da prática do grafite, porém, a prática do grafite tornou-se útil quando o contexto foi de melhorias na vida da população da cidade de Cuiabá-MT.

Ainda nesse contexto, destacamos o potencial da temática em relação à essa notícia no ensino de Física. As faixas 3D contam com a técnica de ilusão de ótica e, ao ser inserida no ensino de Física, podemos abordar os fenômenos ópticos pelos estudos da refração, reflexão, difração, interferência e entre outros.

Por fim, encontramos outra controvérsia na notícia. De acordo com G1-MT³ (2017) “ainda não existem estudos que comprovem a eficácia da faixa 3D, que pode cair conforme os motoristas vão se acostumando com a ilusão.” Ou seja, a ideia garante segurança provisória do problema, porém quando tratamos sobre o tempo de reação de uma pessoa ao ver a faixa fica menos provável que os motoristas se acostumem com a ilusão. Baseado nessa notícia, encontramos inúmeras divergências e ao relacioná-la com ensino, pois podemos instigar os alunos a debater, a desenvolver o seu senso crítico e utilizar metodologias científicas para explicar fenômenos, o que torna o uso das faixas de pedestre 3D um tema potencial dentro das questões sociocientíficas propostas.

Metodologia de Constituição e Análise de Dados

Essa pesquisa se baseou em um levantamento de documentos. O intuito desta pesquisa foi o de investigar artigos, teses, dissertações e notícias que abordam a temática urbanização, publicados entre os anos de 1998 e 2019 e, em seguida, caracterizamos os documentos, buscando encontrar o seu potencial no Ensino de Física com foco nas QSC por meio da temática urbanização. Fizemos buscas em várias plataformas acadêmicas, porém não obtivemos sucesso em encontrar materiais nessa temática, então utilizamos a plataforma acadêmica mais genérica Google Scholar, na qual buscamos trabalhos acadêmicos que abordassem a temática urbanização. Em seguida, ao selecionar o documento, realizamos uma análise qualitativa do mesmo.

Para a busca de documentos que poderia favorecer a discussão da temática urbanização no ensino de Física, focamos na busca dos seguintes termos: “urbanização”, “urbanização e ensino de ciências”, “urbanização e ensino de Física”, “urbanização e QSC” que poderiam ser encontrados nos títulos dos artigos, resumos, palavras-chave, entre outros dependendo dos documentos encontrados pela plataforma Google Scholar. Todavia, a busca de termos citada acima não foi suficiente para encontrar documentos que tivessem potencialidades para a temática. Um segundo método se baseou em procurar termos que facilitassem a busca de termos mais específicos, então optamos pela busca de palavras chaves mais condensadas e grupais, tais como “trânsito” + “arborização”; “calor” + “ruas” + “asfalto”; “trânsito” + “prédios” + “espelhos”; “tinta” + “calor”; “reflexão” + “calor” + “física”; “prédio” + “calor” + “vidros”.

² Disponível em: <[https://oglobo.globo.com/brasil/doria-apaga-grafites-em-avenida-cria-
polemica-em-sp-20815081](https://oglobo.globo.com/brasil/doria-apaga-grafites-em-avenida-cria-polemica-em-sp-20815081)> Acesso em: 22 maio de 2018

³ Disponível em: <[https://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/grafiteiros-pintam-faixas-de-
pedestres-em-3d-para-forcar-parada-de-motoristas-em-cidade-de-mt.ghtml](https://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/grafiteiros-pintam-faixas-de-pedestres-em-3d-para-forcar-parada-de-motoristas-em-cidade-de-mt.ghtml)> Acesso em: 29 abril 2018.

Ao final da busca, foram encontrados dois documentos que teriam potencial para ser discutidos de acordo com a temática urbanização. Porém, apresentaremos as análises e caracterizações por meio das QSC referentes a apenas um documento que se trata de uma tese de doutorado intitulada “Caracterização Ótica de Materiais Transparentes e sua Relação com o Conforto Ambiental em Edificações” (ASSIS, 1998), uma vez que estas discussões já expressam as ideias que gostaríamos de apresentar.

Análises e Interpretações

O documento (ASSIS, 1998) é uma tese de doutorado na área de Engenharia Civil defendida na Universidade de Campinas - UNICAMP. A tese faz caracterizações e análises da transmissão da radiação solar dentro de estabelecimentos, tais como prédios e lojas, os quais utilizam fachadas de vidro e ainda insere outros tratamentos em vidros com o intuito de minimizar esse problema. O conteúdo da tese mostrou potencial para essa pesquisa, pois apresentou a temática urbanização como um potencial para a QSC.

Inicialmente, a autora relata que os prédios atuais com fachadas transparentes trazem uma preocupação em relação ao controle do consumo energético e ao conforto do ambiente, que inclui o conforto visual e térmico dentro das edificações. Sendo o conforto visual relacionado com a quantidade de iluminação dentro do ambiente e o conforto térmico em relação com a quantidade de calor na região.

Assis (1998) destaca que um bom projeto deve ser feito priorizando o ganho de calor interno que se tem através de uma fachada transparente, e alguns modos no tratamento dos vidros podem auxiliar na diminuição desse problema, como no caso de vidros refletivos, que podem cumprir com 3 funções: “melhor controle da insolação, maior conforto visual e efeito estético requintado” (ASSIS, 1998 p. 22). Destacamos na tese o termo “efeito estético requintado”. Quando pensamos nos efeitos da reflexão da luz, temos várias controvérsias nesse contexto. De acordo com o website Blog da Arquitetura⁴ (2017, s/p.), esses estilos arquitetônicos começaram a aparecer na Europa principalmente por causa da capacidade de sua absorção térmica. Como os países frios necessitam da luz solar para aquecer o ambiente, é necessário o uso de vidros nas edificações. Todavia, no Brasil, país que possui temperaturas elevadas, não é necessário o uso dessa tecnologia, causando um problema maior para as cidades brasileiras. Berlin (2019), em seu artigo para o website Gazeta do Povo (2019), em entrevista com um professor da Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Unisinos, declara que essas estruturas causam desorientação espacial para pedestres e aves, poluição visual e impactos ambientais por meio das ilhas de calor.

Ao analisar o desconforto desses prédios, temos também a formação das ilhas de calor, que ocorrem quando a temperatura média dos centros urbanos é mais elevada do que as regiões ao redor deles. Esse problema se agrava quando a luz solar é refletida pelos prédios e é absorvida pelas calçadas, gerando desconforto para os pedestres e para o comércio que se situa próximo ao solo e, conseqüentemente, acarreta o aumento do uso da energia elétrica, devido ao uso do ar-condicionado. Assis (1998, p. 13) cita que o consumo de energia elétrica em edificações no Brasil

⁴ Disponível em: <<https://www.blogdaarquitetura.com/saiba-quais-sao-as-vantagens-e-desvantagens-das-fachadas-reflexivas/>> Acesso em 28 outubro de 2019.

representa mais de 40% do consumo total do país, e o consumo desta energia está relacionado com a iluminação e o uso de ar condicionado

Edificações com fachadas espelhadas costumam ser centros que abrigam trabalhadores. Como discutido anteriormente, essas edificações absorvem calor para seu interior mesmo usando outros meios e tecnologia para revestimento dos vidros, com o intuito de impedir que a radiação atinja o interior do estabelecimento. Ao pensar no ambiente de trabalho, Brito (2014) afirma que esse meio tem grande importância para que o trabalhador desenvolva seu ofício em um local apropriado e que possa oferecer boas condições para o trabalhador. Nascimento (2010, p.835 *apud* BRITO, 2014) afirma que:

O meio ambiente de trabalho é, exatamente, o complexo máquinas-trabalho: as edificações do estabelecimento, equipamentos de proteção individual, iluminação, conforto térmico, instalações elétricas, condições de salubridade ou insalubridade, de periculosidade ou não, meios de prevenção à fadiga, outras medidas de proteção ao trabalhador, jornadas de trabalho e horas-extras, intervalos, descansos, férias, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais que formam o conjunto de condições de trabalho etc. (NASCIMENTO, 2010, p.835)

Ao notar a fala anterior, a estrutura física do local de trabalho é importante para o trabalhador, e assim, deve-se garantir o conforto térmico no local como discutido por Oliveira (2010 *apud* BRITO, 2014, p.83), na Constituição da República:

O meio ambiente do trabalho está inserido no meio ambiente geral (art. 200, VIII, da Constituição da República), de modo que é impossível alcançar qualidade de vida, sem ter qualidade de trabalho, nem se pode atingir meio ambiente equilibrado [...].

Em conclusão, a temperatura no ambiente de trabalho não pode afetar o trabalhador, então cabe ao empregador disponibilizar meios para a melhoria do conforto térmico no ambiente. No caso dos prédios com fachadas espelhadas, deve ser profundamente estudado o problema da diminuição de energia elétrica, devido ao uso de ar-condicionado nos estabelecimentos.

Conclusão

Quando nos deparamos com a temática urbanização, por meio de uma abordagem QSC, vemos o quão silenciada ela se encontra. Ao realizar buscas sistemáticas da temática urbanização como QSC não foi possível encontrar estudos com relação ao ensino de ciências e, principalmente, de Física. Conseguimos inferir que, na tese analisada, o foco principal era a produção científica, sem haver discussões sobre os possíveis problemas e controvérsias que os conteúdos abordados sobre urbanização poderiam gerar.

Ao analisar a urbanização como uma temática sociocientífica, vemos que ela se torna relevante para a educação tecnológica e científica dos alunos, buscando abordar e controverter questões políticas, éticas e sociais, nas quais os alunos como cidadãos possam participar da gestão e desenvolvimento das cidades, visando melhorias e conforto para a população.

Assim, a temática urbanização como uma QSC no Ensino de Física busca que o aluno não aprenda apenas o conteúdo abordado, mas também que possa mobilizar diferentes conhecimentos que envolvam conteúdos sociais, políticos e científicos contribuindo para o desenvolvimento social e pessoal do mesmo. Além disso, o contexto urbano está presente na vivência do aluno, tornando-o essencial para desencadear reflexões por parte deles.

Também foi possível inferir sobre como o Ensino de Física, junto às controvérsias desencadeadas pelas QSC na temática urbanização têm grande potencial para a inovação no ensino, desde que haja um bom planejamento, ações e participação do professor de Física contribuindo para a construção do professor como o próprio pesquisador de sua prática, inovando a cada nova etapa de ensino e aprendizagem. Sugere-se maiores explorações dentro da temática urbanização, pois, com ela, os alunos poderão explorar contextos diversificados contribuindo para o enriquecimento do seu senso crítico em relação ao desenvolvimento das cidades.

Referências

ASSIS, Rosana Maria Caram de. Caracterização ótica em materiais transparentes e sua relação com o conforto ambiental em edificação. 1998. 166f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, [SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258051>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

AZEVEDO, R. O. M; GHEDIN, E; FORSBERG, M. C. da S; GONZAGA, A. M. O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas. IX ENPEC - Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Anais..., Águas de Lindóia, SP, 2013.

BRITO, V. A. S. O direito do empregado ao ambiente de trabalho seguro e saudável. A tutela do princípio da dignidade humana. [S.l.], 2014. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/31440/o-direito-do-empregado-ao-ambiente-de-trabalho-seguro-esaudavel>>. Acesso em: 28 out. 2019.

PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. Educação e Pesquisa. São Paulo, 2012

PINHEIRO, N. A. M. Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RATCLIFFE, M., & GRACE, M. (2003) Science Education for Citizenship. Milton Keynes: Open University Press.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, dez. 2002.

SILVA, Karolina Martins Almeida e. **Questões sociocientíficas e o pensamento complexo: tecituras para o ensino de ciências**. 2016. xxii, 301 f., il. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

VAZ, C. R; FAGUNDES, A. B; PINHEIRO, N. A. M. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (I SINECT), Ponta Grossa, UTFPR, p.98-116, 2009.

NOVAS POSSIBILIDADES NO ENSINO DE FÍSICA: CONSTRUINDO E COMPREENDENDO COMO FUNCIONA “O SHOW DA MONGA”

NEW POSSIBILITIES IN PHYSICS TEACHING: BUILDING AND UNDERSTANDING HOW WORKS “THE MONGA SHOW”

Gilvan Chaves Filho¹, Luiz Antônio Bastos Bernardes²

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa, chaves.gilvanfilho@gmail.com

²Universidade Estadual de Ponta Grossa, plabbernardes@gmail.com

Resumo

Este trabalho é baseado na dissertação que desenvolvemos para ensinar conteúdos de Física tais como as leis da reflexão, corrente elétrica, diferença de potencial, resistência e resistividade, usando uma ilusão de óptica presente em truques de teatro do século XIX, conhecida como “Fantasma de Pepper”. O objetivo deste trabalho é mostrar que a metodologia utilizada para ensinar os conteúdos mencionados promoveu indícios de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. Na metodologia usada foram realizados o estudo e a montagem de uma versão do “Fantasma de Pepper”, conhecida como “Monga, a Mulher Macaco”, através de aulas práticas e contextualizadas, contendo experimentos simples, imagens e vídeos. Ao utilizar esta metodologia, procuramos desenvolver, segundo Ausubel e Novak, os subsunçores necessários para que o aluno consiga ter uma aprendizagem significativa dos fenômenos físicos presentes no aparato construído. Toda esta proposta de atividades está descrita detalhadamente em dois cadernos didáticos: o caderno do professor e o caderno do aluno. Neste material visamos não só a aprendizagem de conceitos de Física, mas também a contextualização histórica e cultural envolvendo o surgimento da atual holografia. Os dois cadernos foram aplicados em uma turma de segundo ano do Ensino Médio no Colégio Agrícola Augusto Ribas, localizado na cidade de Ponta Grossa – PR, nos meses de setembro e outubro de 2019. Para a avaliação da aprendizagem dos alunos, foram aplicados questionários e produzidos mapas mentais. A análise qualitativa deste material foi realizada através de nuvens de palavras e gráficos de similitude gerados pelo software IRAMUTEQ.

Palavras-chave: Fantasma de Pepper; Monga; Leis da reflexão; Resistividade; Ausubel.

Abstract

This work is based on the dissertation that we developed to teach Physics contents such as the laws of reflection, electric current, potential difference, resistance and resistivity, using an optical illusion present in 19th century theater tricks, known as “Pepper’s Ghost”. The objective of this work is to show that the methodology used to teach the mentioned contents promoted signs of significant learning by the students. In the methodology used, the study and the assembly of a version of the “Pepper’s Ghost”, known as “Monga, the Monkey Woman”, were

carried out through practical and contextualized classes, containing simple experiments, images and videos. When using this methodology, we try to develop, according to Ausubel and Novak, the subunits necessary for the student to be able to have a significant learning of the physical phenomena present in the built apparatus. This whole proposal of activities is described in detail in two didactic notebooks: the teacher's notebook and the student's notebook. In this material we aim not only to learn concepts of Physics, but also the historical and cultural contextualization involving the emergence of the current holography. The two notebooks were applied to a second-year high school class at Colégio Agrícola Augusto Ribas, located in the city of Ponta Grossa - PR, in the months of September and October 2019. To assess the students' learning, questionnaires and mind maps were produced. The qualitative analysis of this material was performed through word clouds and similarity graphics generated by the software IRAMUTEQ.

Keywords: Pepper's Ghost; Monga; Reflection laws; Resistivity; Ausubel.

1. INTRODUÇÃO

Durante as décadas de 1970 a 1990, o nome “Monga” ficou conhecido na América Latina como um show inspirado na história de vida de Julia Pastrana. Esse show foi desenvolvido utilizando uma técnica muito famosa na Europa e EUA durante o século XIX, o Pepper's Ghost (Fantasma de Pepper), que era utilizado para entreter o público em universidades, escolas técnicas, museus e teatros.

A explicação do funcionamento do Fantasma de Pepper pode ser encontrada em (MEDEIROS, 2006). Nesse trabalho são relatados os projetos de Henry Dircks de um aparato que realizava ilusões de óptica e as modificações propostas por John Henry Pepper para melhorar sua aplicabilidade em outras situações. A situação vivenciada através do aparato é relativamente simples e antiga, observada em eventos cotidianos, como, por exemplo, entrar em um quarto com a luz acesa e olhar para fora da janela do quarto durante a noite. No momento que fazemos essa observação, podemos perceber que objetos iluminados pela luz dentro do quarto podem aparentar estar “flutuando” para fora da janela. As adaptações feitas por Pepper envolviam utilizar uma grande placa de vidro colocada em um teatro com uma inclinação de 45° , como na figura 1 abaixo. Com a alteração da iluminação dos ambientes embaixo e em cima do palco, era possível criar ilusões semelhantes a fantasmas na frente do público.

Figura 1: Ilustração de uma peça de teatro que utiliza a técnica do Fantasma de Pepper para surpreender a plateia.



Fonte: Pepper's Ghost – Halloween Ghosting by: James Hobson. October 6, 2013.

O funcionamento dessa ilusão de óptica pode ser explicado utilizando conteúdos de óptica e eletrodinâmica, tais como: leis da reflexão, corrente elétrica, diferença de potencial, resistência e resistividade.

Uma placa de vidro é utilizada na montagem do Fantasma de Pepper para que, em determinadas condições de iluminação, obtenham-se características muito próximas a de um espelho plano, o que torna possível enxergar o ambiente através da placa. Sendo assim, com essa montagem é possível estudar e compreender as leis da reflexão da luz e as regras da formação de imagens em espelhos planos, pois elas também se aplicam à placa mencionada. A variação de luminosidade necessária para a visualização do efeito óptico do Fantasma de Pepper, antes feita com o uso de claraboias e lamparinas, pode ser obtida com um componente eletrônico muito comum: o potenciômetro. O funcionamento de um potenciômetro depende de uma resistência variável, e para compreendê-lo são necessários os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, resistência e resistividade.

Existem três grandes empecilhos para um ensino da Física no Ensino Médio: o número reduzido de aulas, a falta de interesse dos alunos e a dificuldade na assimilação. De acordo com (MENEGAZZO, 2011), há grande quantidade de conteúdos abstratos nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental para um número pequeno de aulas, o que dificulta o trabalho do professor e a aprendizagem por parte dos alunos. No ensino de Ciências no Ensino Médio, que abrange as disciplinas de Biologia, Física e Química, uma quantidade grande de conteúdos é apresentada, com ênfase no uso de cálculos e fórmulas. Por esse motivo, tentando seguir propostas curriculares dos colégios, grande parte dos professores não se preocupa com a eficácia do processo de ensino-aprendizagem, optando por um processo mecânico de memorização. Por outro lado, segundo (MENDES, COSTA & SOUZA, 2012), a falta de interesse dos alunos pelos conteúdos nas aulas de Ciências se deve ao fato de que a abordagem destes em sala de aula é feita de uma maneira muito direta, de tal modo que o aluno não percebe nenhuma relação deles com sua vida cotidiana. Além disso, nenhuma contextualização histórica ou cultural é realizada. O último empecilho envolve a dificuldade de assimilação dos conceitos de Física trabalhados pelo professor. Alguns desses conceitos, que necessitam de um alto nível de abstração, estão associados às áreas de óptica e eletrodinâmica. Desse modo, torna-se necessário que sejam desenvolvidas novas maneiras de ensinar esses temas no Ensino Médio.

Para facilitar a aprendizagem de conteúdos de óptica e eletrodinâmica, desenvolvemos as seguintes hipóteses: o professor deve levar para sala de aula temas e problematizações que sejam interessantes aos alunos e/ou façam parte da realidade em que eles estão inseridos; propor aulas com contextualizações históricas e aplicações em situações cotidianas; e realizar atividades experimentais simplificadas, possibilitando uma interação e participação ativa dos alunos.

A compreensão e o uso da técnica de ilusão de óptica presente no Show da Monga, precursora dos atuais hologramas, ultrapassa o ensino-aprendizagem de conceitos de óptica e eletrodinâmica no Ensino Médio. A correta compreensão desse interessante fenômeno exige que os alunos desenvolvam habilidades próprias do “pensar e agir cientificamente”, tais como: observar detalhadamente um fenômeno apresentado; fazer perguntas e elaborar hipóteses que contribuam para a correta compreensão do que foi observado; montar modelos físicos e matemáticos que expliquem os fatos observados; e comprovar experimentalmente estes modelos, argumentando através de uma linguagem científica (MEDEIROS, 2006).

O presente trabalho é um recorte da dissertação que desenvolvemos, cujos objetivos são apontados a seguir. Objetivo geral: desenvolver uma metodologia de

ensino que propicie a aprendizagem significativa de conteúdos de óptica e eletrodinâmica necessários para compreender o funcionamento de um holograma. Objetivos específicos: elaborar um caderno didático pedagógico para o professor, com o intuito de auxiliá-lo na elaboração de suas aulas; desenvolver um caderno didático pedagógico para o aluno com textos complementares, atividades práticas e questionários; comprovar o desenvolvimento de subsunçores e a aprendizagem significativa dos conceitos físicos presentes na ilusão de óptica conhecida como Fantasma de Pepper, por meio de mapas mentais e questionários.

O objetivo deste trabalho é mostrar, através de uma análise dos mapas mentais, que a metodologia utilizada para ensinar os conteúdos mencionados promoveu indícios de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos,

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste trabalho, usamos a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel. Essa teoria propõe a ideia de atribuir significado a novos conhecimentos por meio de sua interação com conhecimentos prévios relevantes. Para a melhor compreensão dessa teoria, algumas de suas ideias básicas são explicadas a seguir.

De acordo com (MOREIRA, 2012), o conhecimento prévio de um aprendiz é chamado de subsunçor e este pode ser qualquer “coisa” presente no subconsciente do indivíduo: um objeto, uma situação, uma representação, uma ideia ou um conceito. Ao longo do processo de ensino-aprendizagem, este subsunçor é utilizado como base, tornando-se mais forte e com uma maior quantidade de significados, criando ramificações do conhecimento e possíveis novos subsunçores. Este conhecimento prévio é a variável mais importante para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Ele pode tornar-se um facilitador ou um bloqueador, dependendo material utilizado e da predisposição do aprendiz a aprender. Um organizador prévio tem como função interligar os subsunçores do aluno com o novo conhecimento significativo que ele deve adquirir. Segundo (MOREIRA, 2008), com a utilização de organizadores prévios, como textos, imagens e vídeos, após a discussão de alguns temas para identificar os subsunçores dos aprendizes, é possível criar certas linhas de raciocínio que podem facilitar o desenvolvimento da estrutura cognitiva deles.

Quando uma aprendizagem é mecânica, não existem significados pré-existentes na estrutura cognitiva para auxiliar na reaprendizagem. A aprendizagem significativa ocorre na interação não-arbitrária (que segue princípios lógicos, dependendo de regras e normas) e não-litera (que não precisa ficar explícita) de conhecimentos novos com conhecimentos prévios. Geralmente se afirma que, na aprendizagem mecânica, o aluno aprende e esquece; enquanto que, na aprendizagem significativa, o aluno aprende e não esquece. Na verdade, o aprendizado pode ser esquecido em qualquer caso, mas com a aprendizagem significativa o reaprender se torna muito mais fácil e simplificado, pois a estrutura cognitiva do indivíduo já está organizada. Também não se deve relacionar a aprendizagem significativa a um conhecimento correto e a aprendizagem mecânica a um conhecimento errado. Naturalmente, é possível aprender algo incorreto de forma significativa, como, por exemplo: o Sol é uma grande bola de fogo. Cabe ao professor organizar e corrigir esses possíveis erros de significado. Caso não existam subsunçores, o uso de organizadores prévios durante as aulas se faz necessário.

Existem duas formas significativas de um aprendiz adquirir conhecimento: uma é por recepção e a outra é por descoberta. Na aprendizagem por recepção, o aprendiz recebe um conhecimento na sua forma final, por meio de aulas tradicionais, livros, experimentos, vídeos, simulações e etc. O trabalho do aprendiz é incorporar esse conhecimento em sua estrutura cognitiva, relacionando-o com seus conhecimentos prévios e então aplicar este novo conhecimento em diferentes situações propostas. Na aprendizagem por descoberta, o aprendiz deve primeiramente descobrir um conhecimento novo por meio de atividades e experimentações, associá-lo aos seus subsunçores e então incorporá-lo a sua estrutura cognitiva. Em ambas as formas o aprendiz participa ativamente do processo de aprendizagem e ambas as formas podem gerar uma aprendizagem significativa. Algo que deve ser levado em consideração é a dificuldade e viabilidade em adquirir todos os conhecimentos propostos em um currículo por meio da descoberta, evidenciando a importância do uso e associação destas duas formas.

Uma forma de verificar a aprendizagem significativa de um indivíduo é através da produção de mapas conceituais e mentais sobre o tema trabalhado. (MOREIRA, 2013) explica que o mapa conceitual é um diagrama que facilita a identificação das relações entre conceitos e de qual forma estas relações ocorrem, podendo ser de forma subordinada, superordenada ou combinatória, tendo como objetivo relacionar e hierarquizar-los em grau de abrangência. Por outro lado, o mapa mental é mais inclusivo, podendo associar conceitos, objetos, ideias, situações e eventos, sem a necessidade de apresentar uma organização hierárquica.

3. METODOLOGIA

Na confecção dos cadernos didáticos e na elaboração das aulas previstas, utilizamos a teoria de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel. Segundo uma análise feita por (CHAVES FILHO, BERNARDES & DA SILVA, 2017) sobre essa teoria, ao ministrar uma aula podemos induzir no aluno uma aprendizagem. Essa indução pode ser feita de duas formas: por recepção (o professor ensina um novo conceito e os alunos devem usá-lo e desenvolvê-lo) ou por descoberta (ao analisar situações e experimentos, o aluno tira suas próprias conclusões com a orientação do professor). Já a aprendizagem pode ser considerada mecânica (curta duração) ou significativa (longa duração). Ao lecionar, um professor sempre busca induzir em seus alunos uma aprendizagem significativa, tanto por recepção quanto por descoberta. Com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa em alunos da 2ª série do Ensino Médio, desenvolvemos dois cadernos didáticos com atividades potencialmente significativas englobando: um ensino expositivo bem delineado dos conceitos, explicações das relações entre conteúdos e situações cotidianas, contextualizações históricas e o desenvolvimento de experimentos, analisados com argumentação científica.

O produto educacional da dissertação em que se baseou este trabalho são dois cadernos didáticos, com propostas diferentes, que estão de acordo com a teoria de aprendizagem significativa: o caderno didático do professor visando a auxiliá-lo no preparo de aulas e atividades voltadas para a aprendizagem significativa por recepção; e o caderno didático do aluno visando a auxiliá-lo em sala de aula com a aprendizagem significativa por descoberta, através de textos, atividades e experimentos bem detalhados. Estes cadernos estão divididos em cinco capítulos: no primeiro, definimos o que é um holograma, levando em consideração relações

históricas; no segundo, realizamos a montagem de um Fantasma de Pepper simplificado e relatamos eventos do século XX e XXI que ainda se apropriam dele como, por exemplo, o Show da Monga; no terceiro, são propostas atividades experimentais para a melhor compreensão da óptica envolvida na técnica do Fantasma de Pepper; no quarto, são propostas atividades experimentais para a melhor compreensão da eletrodinâmica envolvida na técnica do Fantasma de Pepper; no quinto, são abordadas outras técnicas de holografia mais atuais e é proposta a criação de mapas mentais, com o intuito de verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos no final do processo.

As aulas utilizadas para a aplicação dos cadernos didáticos ocorreram nos dias 20/09/2019, 28/09/2019, 04/10/2019 e 11/10/2019, sendo que tínhamos à disposição, em cada dia, duas aulas geminadas de 50 minutos cada uma. Os capítulos I e II foram aplicados no primeiro dia, o capítulo III foi aplicado no segundo dia, o capítulo IV foi aplicado no terceiro dia e o capítulo V foi aplicado no último dia com a montagem do Show da Monga pelos alunos. A avaliação dos alunos foi realizada, durante as aulas, através da construção de mapas mentais e das respostas para questionários, e, também, através da montagem e análise de uma versão do Fantasma Pepper, mais conhecido no Brasil como Show da Monga.

A análise dos mapas mentais e dos questionários respondidos durante as aulas foi feita de forma qualitativa através do software IRAMUTEQ. Esse software é capaz de determinar quantas vezes uma determinada palavra aparece em um texto e quantas vezes uma palavra aparece ligada a outra. A partir desses dados, é gerada uma nuvem de palavras e um gráfico de similitudes. Na nuvem de palavras, quanto maior for o tamanho da palavra, mais vezes ela apareceu no texto. No gráfico de similitude, quanto mais larga for a linha que une duas palavras, mais vezes estas duas palavras apareceram próximas no texto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes e após a aplicação dos cadernos, foi proposta a elaboração de mapas mentais sobre o tema HOLOGRAMA, com o intuito de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante as aulas e compará-los com seus conhecimentos iniciais. Os mapas produzidos foram recolhidos e analisados pelo software IRAMUTEQ, gerando uma nuvem de palavras para os mapas do primeiro dia e outra nuvem de palavras para os mapas do último dia, apresentadas na Figura 2.

Figura 2: À esquerda, nuvem de palavras gerada pelo software IRAMUTEQ com base nos mapas mentais produzidos pelos alunos no primeiro dia. À direita, nuvem de palavras gerada pelo software IRAMUTEQ com base nos mapas mentais produzidos pelos alunos no último dia.



Fonte: Próprio autor.

Podemos notar que a palavra de maior tamanho na primeira nuvem (à esquerda na figura 2), gerada a partir dos mapas mentais produzidos pelos alunos no primeiro dia de aula, é o tema HOLOGRAMA. Em seguida, a palavra que tem maior tamanho é IMAGEM, indicando que essa palavra é a que os alunos mais

relacionam com holograma. As palavras PROJEÇÃO, 3D, LUZ e TRIDIMENSIONAL têm tamanhos iguais e são um pouco menores do que as duas outras palavras já citadas. Por fim, aparecem também palavras como ÓPTICO, ILUSÃO, FOTOGRAFIA, TECNOLOGIA e CINEMA, mas com um tamanho já bem reduzido.

Em relação à segunda nuvem (à direita na figura 2), gerada a partir dos mapas mentais produzidos pelos alunos no último dia de aula, facilmente notamos que, em comparação com a primeira nuvem, surge um maior número de conceitos relacionados com o tema HOLOGRAMA. Agora, aparece o termo HOLOGRAFIA com o tamanho igual ao de IMAGEM. O termo holografia é utilizado como referência às técnicas necessárias para produzir um holograma. Em seguida, surgiram novas palavras como ESPELHO, REFLEXO, FANTASMA DE PEPPER e MONGA, como referência aos experimentos desenvolvidos durante as aplicações e a aparatos precursores ao desenvolvimento de efeitos semelhantes aos dos hologramas da atualidade. Outras palavras que também apareceram englobam características de um holograma (TECNOLOGIA, ÓPTICO, EFEITO, VISÃO, POSIÇÃO, TRIDIMENSIONAL, LUMINOSO e 3D) e locais onde podemos encontrar um holograma (TEATRO, SHOW, CINEMA e CIRCO).

É possível verificar, ao comparar as nuvens e os mapas, prévios e finais, o surgimento de um número maior de conceitos relacionados com o tema holograma. Esses novos conceitos foram ensinados durante a aplicação dos cadernos. Nos mapas produzidos por dois alunos, houve uma melhora muito grande. Como exemplo, mostramos os mapas de um desses dois alunos na Figura 3. É possível notar uma melhora significativa no número de palavras, conceitos e ligações, ao comparar os seus dois mapas mentais, o que nos dá evidências de uma provável aprendizagem significativa.

Figura 3: Mapas mentais produzidos por 1 dos 24 alunos sobre o tema HOLOGRAMA. À esquerda um mapa produzido no primeiro dia e à direita um mapa produzido no último dia.



Fonte: Próprio autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha da metodologia engloba duas linhas de desenvolvimento diferentes, cada uma utilizando apenas um dos cadernos didáticos elaborados. Ao se utilizar o caderno do professor, a aprendizagem ocorrerá por recepção. Ao se utilizar o caderno do aluno, a aprendizagem ocorrerá por descoberta. A maior dificuldade encarada com a turma em que os cadernos foram aplicados é a falta de interesse por atividades desenvolvidas em sala de aula. No entanto, o uso do produto didático contendo textos, imagens, vídeos, atividades e experimentos permitiu instigar nesses alunos da segunda série do Ensino Médio uma curiosidade natural e uma participação ativa durante as aulas, comprovando as hipóteses mencionadas na introdução deste trabalho. A interação entre professor e alunos e a aplicação de atividades potencialmente significativas, através dos cadernos didáticos, permitiu correções conceituais sobre o que é um holograma, como um holograma é produzido e quais tipos de hologramas existem, além de desenvolver

alguns subsunçores em óptica e eletrodinâmica necessários para a compreensão do funcionamento do Fantasma de Pepper, tais como: formação de imagens, reflexão da luz, distância entre as imagens, abrangência do campo de visão e perspectiva, variação de resistência por causa da resistividade. Podemos considerar que os nossos dois primeiros objetivos foram atingidos sem dificuldades (produzir cadernos didáticos para o professor e os alunos). O nosso último objetivo, que envolve comprovar o desenvolvimento de subsunçores e da aprendizagem significativa, foi parcialmente atingindo. Não é possível perceber evidências de uma aprendizagem significativa em todos os alunos envolvidos, devido ao fato de não se verificar o surgimento de novos subsunçores relevantes ao tema holograma, uma hierarquização de conceitos e/ou uma relação entre os conceitos apresentados, no material produzido por alguns dos alunos. Uma mudança notada por outros professores que lecionam nessa turma foi uma cobrança dos alunos por propostas semelhantes à dos cadernos didáticos. Essa reação demonstra não apenas uma aprendizagem dos alunos da temática proposta, mas também uma mudança de comportamento na busca por novos conhecimentos. A dificuldade dos alunos na produção de mapas mentais, na primeira e na última aula, dificultou a verificação de uma aprendizagem significativa, mas o problema foi solucionado quando associamos esses mapas mentais aos questionários das atividades feitas durante as oito aulas. O uso do software IRAMUTEQ também foi de grande ajuda para a análise de todo esse material produzido pelos alunos. Tendo em vista a bibliografia citada neste trabalho, não se encontraram trabalhos que utilizem ilusões de óptica para ensinar temas de eletrodinâmica, tais como corrente, resistência e potencial elétrico.

REFERÊNCIAS

- CHAVES FILHO, G.; BERNARDES, L.A.B.; DA SILVA, S.L.R. **Apresentando o efeito Magnus e suas aplicações para alunos do ensino médio**. Vol. 38 (Nº 15) Año 2017. Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015.
- MEDEIROS, A. **A HISTÓRIA E A FÍSICA DO FANTASMA DE PEPPER**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 23, n. 3: p. 329-344, dez. 2006.
- MENDES, J.F.; COSTA, I.F.; DE SOUSA, C.M.S.G.. **O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 34, n. 2, p. 1-9, June 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172012000200011&lng=en&nrm=iso>. access on 03 Feb. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172012000200011>.
- MENEGAZZO, R.C.S. **O SENTIDO DA VISÃO E A ILUSÃO DE ÓTICA: ATIVIDADES COMPLEMENTARES**. X EDUCERE: I SIRSSSE, 2011. Disponível em: educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4228_2287.pdf
- MOREIRA, M.A. **¿Al final qué es aprendizaje significativo?** Revista Curriculum, La Laguna, 25: 29-56. 2012.
- MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais** / Marco A. Moreira – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.
- MOREIRA, M.A. **ORGANIZADORES PRÉVIOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**. Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, p. 23-30. Revisado em 2012.

PENSAMENTO CIENTÍFICO EM ARTIGOS PUBLICADOS DE 2015 A 2019 EM PERIÓDICOS DE ENSINO DE FÍSICA

SCIENTIFIC REASONING IN ARTICLES PUBLISHED FROM 2015 TO 2019 IN PHYSICS EDUCATION RESEARCH JOURNALS

Danielle Rocha¹, Arnaldo Vaz²

¹Universidade Federal de Minas Gerais/Faculdade de Educação/danirocha@ufmg.br

² Universidade Federal de Minas Gerais /COLTEC/arnaldomvaz@gmail.com

Resumo

O pensamento científico tem sido investigado por psicólogos por quase um século. Considerado como uma versão altamente ordenada do pensamento cotidiano e útil na solução de problemas diversos, o pensamento científico tornou-se objeto de pesquisa e objetivo educacional. Neste trabalho, repetimos a metodologia de um levantamento sobre o tema apresentado no XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física e comparamos os resultados. Usando pensamento científico e raciocínio científico como palavras-chave, encontramos a mesma quantidade de publicações em periódicos exclusivamente dedicados ao Ensino de Física (N=8) para o período de 2015 a 2019. Notamos que ainda há escassez de trabalhos que investigam o pensamento científico como processo. Além disso, notamos que houve uma mudança no foco da maioria das pesquisas em relação ao período anterior: a aprendizagem conceitual deu lugar às estratégias gerais de raciocínio. Contudo, observamos que testes validados pela psicologia cognitiva continuam sendo utilizados como um dos principais recursos de construção de dados.

Palavras-chave: pensamento científico; ensino de Física; levantamento bibliográfico.

Abstract

Scientific reasoning is considered a more refined version of everyday thinking and it has been investigated for almost a century. The idea that scientific reasoning can be applied in diverse contexts and problem solving supports its value not only as an object of research but also as a goal of formal education. Inspired by a bibliographical review on the topic presented in a Brazilian Physics Education Research conference in 2014, we applied the same methodology used in that paper to compare the results. Using scientific reasoning and scientific thinking as keywords, we have found 8 articles published between the years 2015 and 2019 in physics education research journals. We noticed that the scarcity of investigations that deal with the development of scientific reasoning as a process remains. We also observed that conceptual learning is not the main focus of the majority of the studies anymore whereas more attention has been given to general reasoning strategies associated with scientific thinking. To conclude, it is perceived that tests influenced and validated by cognitive psychology continue to be one of the most used methods to collect data.

Keywords: scientific reasoning, teaching of physics, bibliographic review.

Introdução

Em 2014, Faria e Vaz apresentaram no XV EPEF um levantamento das publicações que tinham o pensamento científico como objeto de interesse (FARIA; VAZ, 2014). Em busca restrita a periódicos da área no período 2010-2014, eles encontraram apenas oito artigos publicados. Além de considerarem o número pequeno diante da quantidade de publicações no período, os autores notaram que demandas sociais e orientações educacionais enfatizam a importância de se aprender a pensar como cientista.

Internacionalmente, a grande ênfase dada ao pensamento científico chega a ser preocupante. Roberts (2011) destacou que, por vezes, o pensamento científico tem papel tão destacado na formulação curricular que parece ser entendido como padrão de raciocínio e suficiente para lidar com as mais diversas questões humanas. Como Roberts, não temos tanta expectativa em relação ao pensamento científico. Apesar disso e apesar desse tópico ocupar pouco espaço no debate educacional brasileiro, o pensamento científico é ocasionalmente invocado.

O pensamento científico está contido na atual Base Nacional Curricular Comum (BNCC), mesmo que sua aparição ainda seja modesta. Citado na área de Ciências da Natureza do Ensino Médio, seu caráter dual de especificidade e generalidade está presente: “o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos.” (BRASIL, 2018, p. 548). Essa concepção de que o pensamento científico é útil em muitas situações cotidianas e profissionais é uma das justificativas para o tópico integrar currículos escolares. A possibilidade de desenvolver tal habilidade no contexto escolar faz de sua aprendizagem um fenômeno que vale a pena ser investigado.

Inspirados na metodologia de Faria e Vaz (2014) fizemos um levantamento semelhante para o período 2015-2019 com o propósito de avaliar a maneira que o pensamento científico tem sido investigado e compreendido na literatura recente de pesquisa em Ensino de Física.

Pensamento Científico

Temos a concepção de que o pensamento científico é constituído por conhecimentos de domínio específico (conceitos, leis, teorias e modelos da Ciência) e por estratégias de domínio geral – como “observar, elaborar perguntas, conduzir experimentos, avaliar evidências, construir modelos e gerar explicações” (DUNBAR; KLAHR, 2012; ENGELMANN; NEUHAUS; FISCHER, 2016; FARIA, 2016; FARIA; VAZ, 2014, 2017, 2018; KUHN, 2002; WILLIAMS et al., 2004; ZIMMERMAN, 2000; ZIMMERMAN; KLAHR, 2018). Ao dizer que pensamento científico é a soma de conhecimentos específicos e processos gerais nós reconhecemos a divisão da literatura sobre o tema em duas principais linhas de pesquisa - a compreensão conceitual e as práticas científicas (ZIMMERMAN; KLAHR, 2018).

Osborne (2013) considera que há um predomínio de estudos sobre pensamento científico dedicados aos aspectos mais gerais e menos dependentes de conhecimentos de domínio específicos disciplinares das Ciências. O autor atribui essa predominância aos psicólogos, que se dedicam a investigar processos de raciocínio amplamente aplicáveis. De fato, psicólogas e psicólogos já se interessavam pelo desenvolvimento cognitivo há quase um século. Para elas e eles,

o pensamento científico é uma versão altamente organizada e refinada do pensamento do cotidiano (ZIMMERMAN; KLAHR, 2018).

O predomínio dos aspectos mais gerais não aparece no levantamento, feito por Faria e Vaz (2014), nas revistas sobre o Ensino de Física no período de 2010 a 2014. As pesquisas sobre pensamento científico dos estudantes publicadas então são majoritariamente dedicadas ao desenvolvimento de conceitos. Fizemos novo levantamento da produção no intervalo de 2015 a 2019 para verificarmos se tal tendência se manteve. Mostramos aqui as mudanças que ocorreram nas concepções de autores e de autoras sobre pensamento científico.

Metodologia

Inicialmente, buscamos pelos termos *pensamento científico* e *raciocínio científico*. Restringimo-nos ao intervalo 2015-2019 e a sete periódicos – só dois do Brasil: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* – CBEF; *Revista Brasileira de Ensino de Física* – RBEF; *American Journal of Physics* – AJP; *Latin American Journal of Physics Education* – LAJPE; *European Journal of Physics Education* – EJPE; *Physics Education* – PE – e *Physical Review Physics Education Research* – PRPER.

Em seguida, lemos os resumos publicados para avaliar se o pensamento científico de estudantes da Educação Básica ou Superior era o principal objeto de interesse das investigações – o único critério de seleção estabelecido no trabalho de 2014.

Por fim, elaboramos resumos estruturados dos trabalhos triados. Só lemos o corpo do texto de um artigo quando ficamos na dúvida se o trabalho era uma investigação sobre pensamento científico ou quando o resumo publicado não tinha as informações necessárias para o resumo estruturado.

Resultados

Características Gerais dos Periódicos e Pesquisas

Quadro 1 - Características dos Periódicos e Dados da Sondagem

Periódico	País	Periodicidade	Qualis	Nº de Artigos Levant. Inicial	Nº de Artigos Pós-Triagem
CBEF	Brasil	Quadrimestral	A2 (Ensino), B2 (Educação)	0	0
RBEF	Brasil	Quadrimestral	A1 (Ensino), B1 (Educação)	9	0
LAJPE	México	Quadrimestral	A2 (Ensino),	1	0
AJP	EUA	Mensal	A1 (Ensino),	14	0
EJPE	Turquia	Quadrimestral	Não indexado	0	0
PE	Reino Unido	Bimestral	A1 (Ensino), A2 (Educação)	19	0
PRPER	EUA	Semestral	Não indexado	87	8

Encontramos 130 artigos na fase de triagem, quantidade significativamente maior de artigos para a mesma fase para o período de 2010 a 2014 (N=24). Contudo, a quantidade de pesquisas selecionadas após a triagem foi equivalente (N=8). O PRPER foi o periódico que retornou mais resultados para a busca nos dois períodos.

No período anterior, os oito trabalhos selecionados haviam sido publicados por quatro periódicos diferentes (CBEF, EJPE, LAJPE e PRPER). Agora, os oito trabalhos com relatos de pesquisa sobre pensamento científico de estudantes do Ensino Médio ou Superior foram publicados no PRPER. Todas são pesquisas empíricas.

Ressalva: a ferramenta de busca do site do LAJPE não estava gerando resultados, mesmo para o período de 2010 a 2014, o que sugere que a ferramenta estava com erros. Por tal motivo, refizemos a busca através de uma das bases de dados quais o periódico está indexado (DialNet).

Quadro 2 - Características gerais das investigações sobre o pensamento científico

ARTIGO	NATUREZA	FONTE DE DADOS	PARTICIPANTES	TÓPICO DE ENSINO
(GETTE; KRYJEVSKAIA, 2019)	Empírica	Teste de reflexão cognitiva (CRT)	144 alunos matriculados no curso de mecânica introdutória	3ª Lei de Newton
(MASHOOD; SINGH, 2019)	Empírica	FCI, CSEM, TRCL, e teste sobre cinemática rotacional	1118 estudantes entre 16 e 18 anos	Diversos
(BAO et al., 2018)	Empírica	LCTSR, questões abertas e entrevistas	Graduandos matriculados em disciplinas de Física introdutória	Diversos
(XIAO et al., 2018)	Empírica	Teste de Lawson (LCTSR)	Estudantes chineses e estadunidenses de diferentes níveis de escolaridade	Diversos
(HECKLER; BOGDAN, 2018)	Empírica	Registros escritos	Graduandos matriculados na disciplina de Física	Dinâmica
(RUSS; ODDEN, 2017)	Empírica	Gravações em vídeo	4 estudantes da área da saúde	Elestrostática
(LENIZ; ZUZA; GUIASOLA, 2017)	Empírica	Registros escritos	144 graduandos	Campo elétrico e circuitos
(JELICIC; PLANINIC; PLANINSIC, 2017)	Empírica	Entrevistas individuais	9 estudantes de 16-17 anos	Eletromagnetismo

O conceito de pensamento científico pode ser definido de diversas maneiras e, por isso, também pode ser acessado por diferentes estratégias de investigação.

Testes de múltipla-escolha influenciados e validados pela psicologia cognitiva constituíram a construção de dados de metade dos trabalhos selecionados. O Teste

de Reflexão Cognitiva (TRC) foi utilizado em uma única pesquisa e o Teste de Raciocínio Científico de Lawson (TRCL) nas outras três.

O TRC é considerado capaz de avaliar a habilidade de mediar os pensamentos intuitivos através de raciocínios mais analíticos, uma vez que as questões contidas nele são consideradas capazes de gerar respostas intuitivas rápidas e geralmente incorretas (GETTE; KRYJEVSKAIA, 2019). Já o TRCL se aproxima mais da definição de pensamento científico deste trabalho. Segundo Bao e colegas (2018), ele é comumente usado na Pesquisa em Ensino de Física para relacionar o pensamento científico à aprendizagem de conhecimentos específicos da Física.

Dois dos trabalhos selecionados questionam validade do TRCL para o estudo do pensamento científico. Um analisa sua confiabilidade de acordo com o modelo de ajuste utilizado para a pontuação das respostas (XIAO et al., 2018) e o outro através da qualidade das perguntas direcionadas a avaliação de uma dessas habilidades específicas (BAO et al., 2018). Esse último combina o TRCL a questões abertas e a entrevistas do tipo think-aloud. Ambos trabalhos indicam que o teste apresenta uma boa confiabilidade de modo geral, mas que seus resultados devem ser interpretados com parcimônia.

Mashood e Singh (2019) combinam o TRCL aos conhecidos testes Inventário Conceitual de Força (FCI), ao Questionário Conceitual de Eletricidade e Magnetismo (CSEM) e a um teste sobre cinemática rotacional, elaborado pelos próprios autores. Através de tais testes, apontam que o conhecimento de conteúdos específicos da Física “não necessariamente impactam na capacidade de os estudantes pensarem cientificamente”.

Dois trabalhos utilizaram questões de múltipla escolha elaboradas pelos próprios pesquisadores. Heckler e Bogdan (2018) analisaram respostas de questões múltipla e questões abertas referentes à Dinâmica. Já Leniz, Zuza e Guisasola (2017) analisaram respostas de três questões abertas sobre circuitos de corrente contínua. Ambos direcionam suas análises às estratégias utilizadas para responder às questões, não à aprendizagem de conceitos.

A única pesquisa que utilizou gravações em vídeo como parte da construção de dados (RUSS; ODDEN, 2017) também não foca na aprendizagem de conceitos. Trata-se de um estudo de caso em que as discussões de um pequeno grupo de estudantes resolvendo um tutorial sobre eletrostática foram gravadas para se investigar qual a relação entre as habilidades de raciocinar com base em evidências e raciocinar através de modelos do pensar cientificamente (idem).

Uma pesquisa adotou entrevistas individuais como único recurso da construção de dados (JELICIC; PLANINIC; PLANINSIC, 2017). Trata-se de investigação sobre os modelos mentais de eletricidade e magnetismo de estudantes. Ao contrário das pesquisas citadas anteriormente, Jellicic, Planinic e Planinsic (2017) analisaram quão fisicamente corretos são os modelos elaborados pelos estudantes.

Ideias sobre o pensamento científico e sua investigação

Apenas três trabalhos – dos oito selecionados – caracterizam o pensamento científico de maneira explícita.

Bao et al. (2018) afirmam que o pensamento científico é altamente relacionado ao pensamento crítico e às habilidades de raciocínio envolvidas em experimentação,

avaliação de evidências, elaboração de argumentos que modificam ou baseiam conceitos e teorias sobre o mundo natural e social; para eles, tais habilidades podem ser desenvolvidas através de treinamento e transferidas para aprendizagem em outras áreas.

Russ e Odden (2017) teorizam que dois elementos centrais para o pensamento científico são o raciocínio baseado em evidências e a modelagem, e defendem que tais habilidades são retroativas e deveriam ser investigadas como tal. Já no trabalho de Leniz, o pensamento científico é caracterizado apenas pelo uso de modelos e modelagem (LENIZ; ZUZA; GUIASOLA, 2017).

Dois trabalhos observam a relação entre mecanismos cognitivos e o pensamento científico com base na teoria de processos dual de raciocínio (Dual Process Theory of Reasoning). Heckler e Bogdan (2018) investigam as explicações alternativas a partir da acessibilidade cognitiva que consideram crucial para elaborar hipóteses e pensar cientificamente. Gette e Kryjevskaja (2019) acreditam que a habilidade de revisar as respostas intuitivas pode ter um papel significativo no pensamento científico porque são essas concepções intuitivas e inocentes sobre como as coisas funcionam que por vezes prevalecem mesmo após aulas de Física que apresentem ideias contrárias a elas.

Jelicic, Planinic e Planinsic (2017) usam a perspectiva de conhecimento em pedaços (*knowledge in pieces*) e parecem entender que o pensamento científico é composto por habilidades cuja utilização depende dos recursos cognitivos ativados. Além disso, os autores sugerem que a maneira na qual um estudante compreende o conhecimento pode interferir na sua capacidade de pensar cientificamente. De acordo com esses autores, caso uma estudante compreenda o conhecimento como algo que é apenas transmitido, tal estudante tenderá a esperar por respostas prontas já propagadas. Já a compreensão do conhecimento como algo fabricado, possibilitará a ativação de recursos que permitirão à estudante elaborar suas próprias explicações para os fenômenos.

Os dois trabalhos restantes não apresentaram definições de pensamento científico. Entretanto, eles o avaliam através do TRCL, que contém questões dedicadas à conservação de peso e volume, controle de variáveis, raciocínio combinatório, probabilidade e raciocínio hipotético-dedutivo.

Considerações finais

O levantamento feito por Faria e Vaz (2014) sobre o pensamento científico para o período de 2010 a 2014 apontou que as investigações privilegiavam o desenvolvimento conceitual de estudantes e tratam o pensamento como produto de intervenções pedagógicas específicas. Para o novo período, a maioria das pesquisas têm as estratégias associadas ao pensamento científico como principais objetos de interesse. Os conteúdos específicos da Física são usados como recurso para observar as estratégias, mesmo que ainda sejam majoritariamente investigadas como produto e não como processo. Destacamos que tais conclusões foram feitas à luz de duas amostras pequenas e que, portanto, são modestas.

A forte influência da psicologia cognitiva pode ser notada através do uso dos testes (CRT e TRCL) - que constituem a construção de dados de metade dos trabalhos -

mas também no referencial teórico, em que mecanismos cognitivos foram associados à capacidade de pensar cientificamente e investigados com base na Teoria de Processo Dual de Raciocínio.

Finalmente, reiteramos a conclusão do levantamento anterior que sinaliza a escassez de estudos na literatura em Ensino de Física que investigam o pensamento científico, principalmente como processo. Tal carência somada às várias maneiras de definir e investigar o pensamento científico - e até mesmo a ausência de sua definição operacional, muito embora ela seja objeto de pesquisa nos trabalhos - pode trazer à tona a pertinência e a relevância atribuídas a esse construto na Pesquisa em Ensino de Física nos últimos 10 anos.

Referências

BAO, Lei et al. Validity evaluation of the Lawson classroom test of scientific reasoning. **Physical Review Physics Education Research**, v. 14, n. 2, p. 20106, 2018.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - Educação é a base. Brasília: MEC, 2018.

DUNBAR, K.; KLAHR, D. Scientific thinking and reasoning. En K. Holyoak y R. Morrison. **The Oxford handbook of thinking and reasoning**. Oxford handbooks online. 2012.

ENGELMANN, Katharina; NEUHAUS, Birgit J.; FISCHER, Frank. Fostering scientific reasoning in education—meta-analytic evidence from intervention studies. **Educational Research and Evaluation**, v. 22, n. 5–6, p. 333–349, 2016.

FARIA, Alexandre F. **INVESTIGAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS DE PENSAMENTO CIENTÍFICO DE ESTUDANTES EM TAREFAS DE FÍSICA EM GRUPO**. 2016. 253f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FARIA, Alexandre F.; VAZ, Arnaldo M. Pensamento científico em artigos publicados de 2010 a 2014 em periódicos de ensino de física. **Atas do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, p. 1–8, 2014.

FARIA, Alexandre Fagundes; VAZ, Arnaldo De Moura. Pensamento Científico Empregado Em Tarefas De Física Básica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 162, 2017.

FARIA, Alexandre Fagundes; VAZ, Arnaldo De Moura. EXPERIÊNCIAS DE PENSAMENTO CIENTÍFICO EM AULAS DE FÍSICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 266–294, 2018.

GETTE, Cody R.; KRYJEVSKAIA, Mila. Establishing a relationship between student cognitive reflection skills and performance on physics questions that elicit strong intuitive responses. **Physical Review Physics Education Research**, v. 15, n. 1, p. 10118, 2019.

HECKLER, Andrew F.; BOGDAN, Abigail M. Reasoning with alternative explanations in physics: The cognitive accessibility rule. **Physical Review Physics Education Research**, v. 14, n. 1, p. 10120, 2018.

JELICIC, Katarina; PLANINIC, Maja; PLANINSIC, Gorazd. Analyzing high school students' reasoning about electromagnetic induction. **Physical Review Physics Education Research**, v. 13, n. 1, 2017.

KUHN, Deanna. What is scientific thinking and how does it develop? In: GOSWAMI, Usha (Ed.). **Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development**: Blackwell Publishers Ltd, 2002. p. 1–23.

LENIZ, Ane; ZUZA, Kristina; GUIASOLA, Jenaro. Students' reasoning when tackling electric field and potential in explanation of dc resistive circuits. **Physical Review Physics Education Research**, v. 13, n. 1, p. 1–12, 2017.

MASHOOD, K. K.; SINGH, Vijay A. Preuniversity science education in India: Insights and cross cultural comparison. **Physical Review Physics Education Research**, v. 15, n. 1, p. 13103, 2019.

OSBORNE, Jonathan. The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. **Thinking Skills and Creativity**, v. 10, p. 265–279, 2013.

ROBERTS, Douglas A. Competing Views of Scientific Literacy: The influence of a Science Curriculum Policy Image. In: LINDER, C.; ÖSTMAN, L.; ROBERTS, D.A., WICKMAN, P.O; ERICKSON, G. MACKINNON (Ed.). **Exploring the Landscape of Scientific Literacy**. New York: Routledge, 2011.

RUSS, Rosemary S.; ODDEN, Tor Ole B. Intertwining evidence- and model-based reasoning in physics sensemaking: An example from electrostatics. **Physical Review Physics Education Research**, v. 13, n. 2, p. 1–14, 2017.

WILLIAMS, Wendy M. et al. Thinking Like A Scientist About Real-World Problems: The Cornell Institute for Research on Children Science Education Program. **Journal of Applied Developmental Psychology**, v. 25, n. 1, p. 107–126, 2004.

XIAO, Yang et al. Multilevel Rasch modeling of two-Tier multiple choice test: A case study using Lawson's classroom test of scientific reasoning. **Physical Review Physics Education Research**, v. 14, n. 2, p. 20104, 2018.

ZIMMERMAN, Corinne. The Development of Scientific Reasoning Skills. **Developmental Review**, v. 20, n. 1, p. 99–149, 2000.

ZIMMERMAN, Corinne; KLAHR, David. Development of Scientific Thinking. In: SIMONA GHETTI (Ed.). **Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience**: John Wiley & Sons, 2018. p. 1–25.

A FÍSICA QUÂNTICA NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ESTADO DE SÃO PAULO

THE QUANTUM PHYSICS IN TRAINING COURSES OF PHYSICS TEACHERS OF THE SÃO PAULO STATE

Eric Delarco Bertoni¹, Alvaro Cesar da Silva Junior¹, Leandro Londero²

¹Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rua Cristóvão Colombo 2265- Jardim Nazareth – CEP 15054-000 – São José do Rio Preto, SP, Brasil, ericdelarco.b@gmail.com, alvaro2rp@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube 14-01 – Vargem Limpa – CEP 17033360 – Bauru, SP, Brasil.

Resumo

Apresentamos os resultados parciais de uma pesquisa que analisou a maneira pela qual Física Quântica foi/está inserida nos currículos dos cursos de formação de professores de Física do estado de São Paulo. Para isso, identificou-se as instituições que ofertam os cursos de Física Licenciatura, por meio do E-mec, acessou-se os sites das instituições, obteve-se as ementas e as grades curriculares das disciplinas. Encontramos 13 instituições e 28 campus que oferecem um total de 32 cursos de formação de professores de Física. Obteve-se acesso a 31 estruturas curriculares e 23 ementas. Mapeou-se as disciplinas cujos conteúdos estão ou inserem aspectos a cerca da Física Quântica. Obtivemos como resultados a presença da Física Quântica em 26 dos 32 cursos identificados. Poucas são as disciplinas que discutem a transposição da Física Quântica para a educação Básica. Argumentamos sobre a necessidade das disciplinas levarem em consideração a possibilidade da inserção da Física Quântica em aulas do Ensino Médio.

Palavras-chave: física quântica; currículo; formação de professores.

Abstract

We present the partial results of a research that analyzed the way in which Quantum Physics was / is inserted in the curriculum of physics teacher training courses in the state of São Paulo. For this, the institutions that offer the Physics Degree courses were identified, through the E-mec, the websites of the institutions were accessed the Grid/Curricular Structures and Course Descriptions. We found 13 institutions and 28 campuses that offer a total of 32 physics teacher training courses. Access to 31 curricular structures and 23 course descriptions was obtained. The subjects whose contents are or insert aspects about Quantum Physics were mapped. We obtained as results the presence of Quantum Physics in 26 of the 32 identified courses. There are few disciplines that discuss the transition from Quantum Physics to Basic education. We argue about the necessity of the disciplines took into account the possibility of inserting Quantum Physics in high school classes.

Keywords: quantum physics; curriculum; teacher training.

Introdução

No Brasil, em 2019, foram publicadas as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e instituiu-se a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Tais diretrizes regulamentam a organização curricular dos cursos de graduação que cada estabelecimento de ensino deve oferecer. As diretrizes definiram que os cursos de formação de professores devem ter, no mínimo, 3.200 horas. As 3.200 horas são distribuídas nos seguintes grupos: I - 800 horas, para a base comum que compreende os conhecimentos científicos, educacionais e pedagógicos e fundamentam a educação e suas articulações com os sistemas, escolas e práticas educacionais; II - 1.600 horas, para a aprendizagem dos conteúdos específicos das áreas, componentes, unidades temáticas e objetos de conhecimento da Base Nacional Comum Curricular, e para o domínio pedagógico desses conteúdos; III - 800 horas de prática pedagógica, distribuídas: a) 400 horas para o estágio supervisionado, em situação real de trabalho em escola, segundo o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da instituição formadora; e b) 400 horas para a prática dos componentes curriculares dos Grupos I e II, distribuídas ao longo do curso, desde o seu início, segundo o PPC da instituição formadora.

No estado de São Paulo, o Conselho Estadual de Educação (CEE) publicou as Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas, destinadas aos cursos das universidades vinculadas ao governo paulista. Com isso, a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade Virtual de São Paulo (UNIVESP) foram obrigadas a se adequar segundo as diretrizes do CEE. Segundo as mesmas, ao menos 30% da carga horária total deve ser dedicada para a formação didático-pedagógica, além da carga horária já prevista, destinada às atividades científico-culturais e estágios supervisionados. Ademais, se fez obrigatória designar 960 horas à formação didático-pedagógica para os cursos que possuem carga horária superior a 3.200 horas, independente das horas destinadas aos estágios e atividades científico-culturais já citadas anteriormente.

Têm-se também, no Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Física, as quais caracterizam a graduação em Física em quatro perfis gerais: Físico-Tecnólogo, Físico-Interdisciplinar, Físico-Pesquisador e Físico-Educador. O último destes é definido como aquele que “...dedica-se preferencialmente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais, seja através de atuação no ensino escolar formal, seja através de novas formas de educação científica, como vídeos, “softwares”, ou outros meios de comunicação. Não se aterá ao perfil da atual Licenciatura em Física, que está orientada para o ensino médio formal” (BRASIL, 2002).

Segundo as diretrizes dos cursos de Física, os currículos devem ser divididos em duas partes, a primeira é definida como núcleo comum, visto que, são disciplinas comuns aos cursos de Física independente das modalidades (bacharelado ou licenciatura). A segunda é composta por módulos especializados dedicados à modalidade escolhida. Em nossa pesquisa, analisamos o núcleo comum, visto que, é aquele no qual se concentram as disciplinas de Física Básica, Física Moderna e Teoria Quântica.

Se pensarmos, especificamente, no ensino da Teoria Quântica para o Ensino Médio, encontramos argumentos como os de Freire Junior et al. (1995) que em trabalho intitulado “Introducing quantum physics in secondary school” destacavam que a principal justificativa para a inserção da física quântica no ensino médio é o grande significado cultural dessa teoria para o mundo contemporâneo e para o futuro. Os autores expuseram, ainda, que as dificuldades inerentes à aprendizagem dos conceitos quânticos não impedem que esses sejam trabalhados, pois tais dificuldades não são exclusivas da física quântica, estando presentes também na física clássica.

Neste mesmo sentido, Greca e Moreira (2001) recomendam o estudo da Teoria Quântica em diversas áreas e cada vez mais cedo, tendo em vista os efeitos dela sobre a tecnologia moderna e os diversos fenômenos por ela explicados.

Entretanto, para a efetivação da inserção de elementos da Teoria Quântica no Ensino Médio é necessário tornar o professor proficiente no assunto e capacitado a ensinar e inserir o mesmo em sala de aula. Isso pode ser feito, em certa medida, por meio da presença da Teoria Quântica nos currículos dos cursos de formação de professores. Redish & Steimberg (1998), da universidade de Maryland, apontam como maior problema dos cursos introdutórios de física quântica o enfoque axiomático dado a eles, inibindo a descrição de um mundo microscópico aos estudantes de graduação e a importância dessa teoria para o mundo, o que os fazem considerar os assuntos pertencentes ao domínio da quântica como de interesse exclusivo de físicos teóricos.

Perante isso, investigamos a maneira pela qual a Física Quântica foi/está disposta nos cursos de Física licenciatura no estado de São Paulo. A investigação se justifica em virtude da promulgação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores para a Educação Básica, do governo federal brasileiro, e das Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas, do governo do estado de São Paulo. Além disso, o currículo paulista de Ciências da Natureza para o Ensino Médio contempla discussões que somente podem ser feitas por meio da inserção de conteúdos pertencentes ao domínio da Teoria Quântica.

Assim, procuramos responder a seguinte questão: De que maneira a Física Quântica foi/está inserida no currículo dos cursos de formação de professores de Física no estado de São Paulo em termos de conteúdos, tempo didático e momentos de oferta. Pensamos também ser relevante responder as seguintes questões: a) Quais cursos de Física licenciatura apresentam, em sua estrutura curricular, o estudo da Física Quântica? b) Em que momento/semestre ela é inserida e qual o tempo destinado para seu estudo/desenvolvimento? c) Que conteúdos são privilegiados e que concepção de abordagem é apresentada nas ementas que contemplam essa teoria?

Para respondermos nossas questões de pesquisa, realizamos algumas ações investigativas descritas na próxima seção.

Desenvolvimento

Optamos por analisar o currículo dos cursos de Física do estado de São Paulo devido à sua importância nacional e internacional, já que é o estado com o maior Produto Interno Bruto e o mais populoso do Brasil e da América Latina, além de abrigar três das maiores universidades do Brasil, USP, UNESP, UNICAMP. As

universidades estaduais de São Paulo representam 35% da produção científica do país. Posto isso, identificamos as instituições de ensino superior que possuem cursos de licenciatura em Física no estado de São Paulo.

A identificação foi realizada por meio do e-MEC (<http://emec.mec.gov.br>), base oficial de dados de informações relativas às Instituições de Educação Superior (IES) e cursos de graduação do Sistema Federal de Ensino. De acordo com o Ministério da Educação, o e-MEC, em vigor desde 2007, é um sistema eletrônico de acompanhamento dos processos que regulam a educação superior no Brasil, como por exemplo, os pedidos de credenciamento e reconhecimentos de instituições de ensino superior, reconhecimento de cursos, autorização e renovação, além de outros processos. Além disso, o e-MEC possibilita a busca por nomes e siglas ou por filtros, como por exemplo, organização acadêmica (instituto, faculdade, universidade, centro universitário), categoria administrativa (federal, estadual, municipal), instância (pública/privada) e modalidade (bacharelado/licenciatura).

Primeiramente, utilizamos o termo “Física” e filtrou-se os resultados por meio dos recursos disponíveis no site, para delimitarmos os cursos de licenciatura do estado de São Paulo. Tabulou-se os dados encontrados por nome das instituições de ensino superior, ano de início do curso, a instância administrativa a qual pertence, o turno de oferta e a duração do curso. Com estas informações devidamente registradas, acessamos os sítios das instituições e cursos mapeados, para coletar as ementas, grades curriculares e projetos político-pedagógicos. Com isso, construímos tabelas e gráficos, a fim de analisarmos a evolução de oferta. Nas tabelas, destacamos o nome da instituição, instância administrativa, ano de início do curso, turno de funcionamento, modalidade (presencial ou à distância) e se possuem grade curricular, ementa e projeto político-pedagógico em seus respectivos sítios.

Após, identificamos as disciplinas que possuem/contemplam conteúdos comumente estudados na Física Quântica, com registro do semestre no qual são ofertadas, carga horária, conteúdos abordados e tipo de crédito (obrigatório ou optativo). Ao término, analisamos as informações obtidas com a finalidade de responder as questões de pesquisa.

Resultados e discussão

Instituições

Na tabela 1 listamos as instituições do estado de São Paulo que ofertam cursos de Física licenciatura. Identificamos 32 cursos alocados em 13 instituições e 26 cursos que incluem em suas grades curriculares disciplinas que abordam o estudo da Física Quântica.

Tabela 01: Instituições do estado de São Paulo com oferta de curso de Física Licenciatura

Nº de Ordem	Instituição
01	Universidade de São Paulo – USP
02	Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR
03	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP
04	Universidade de Uberaba - UNIUBE
05	Universidade de Sorocaba - UNISO
06	Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL
07	Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE
08	Universidade de Taubaté – UNITAU

09	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP
10	Fundação Universidade Federal do ABC - UFABC
11	Fundação Universidade Virtual do Estado de São Paulo – UNIVESP
12	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
13	Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de São José do Rio Pardo

No conjunto das instituições mapeadas, quatro são estaduais, seis são privadas e três são federais. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) se destaca pela oferta de sete cursos. Em seguida temos a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) com 06 cursos.

Evolução temporal de oferta dos cursos

A figura 1 apresenta a evolução temporal de oferta dos cursos de Física licenciatura no estado de São Paulo.

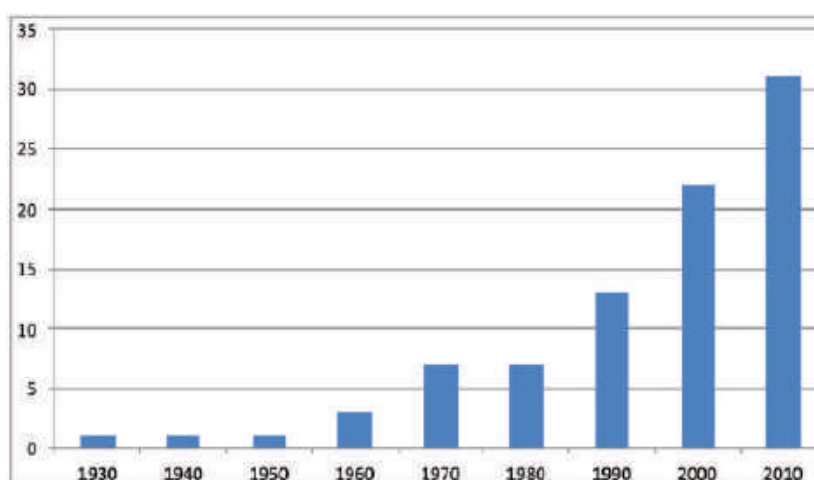


Figura 01: Evolução temporal de oferta dos cursos de Física licenciatura em São Paulo

Percebemos um aumento no número de cursos, em especial nas últimas décadas. Porém, esse crescimento não é linear, uma vez que, por três décadas, o único curso de Física licenciatura era o da USP (década de 30 até o final da década de 50). Ainda, evidenciamos um aumento para três cursos na década de 60, e para 7 cursos na década de 70. Já na década de 80 não houve aumento. Após, notamos um crescimento exponencial de abertura de cursos, com um total de 31 cursos abertos e em funcionamento até 2019, contando com um curso ainda não iniciado, pertencente à UNIVESP. O curso mais antigo pertence à Universidade de São Paulo, de 1934.

Disciplinas (conteúdos, tempo didático e momentos)

Obtivemos acesso a 31 estruturas curriculares e a 23 ementas dos 32 cursos analisados. Encontramos um conjunto de 26 cursos que possuem disciplinas que abordam assuntos/conceitos/fenômenos pertencentes ao campo da Física Quântica. Mapeamos 33 disciplinas, as quais podem ser classificadas em 28 obrigatórias e 05 optativas. A UFSCAR se destaca por oferecer um total de 04 diferentes disciplinas. Vale a pena pontuar que 22 cursos, dos 32 analisados, possuem o período noturno como opção de estudo e contam com 04 cursos à distância (EaD). Na tabela II, listamos as disciplinas mapeadas com a respectiva carga horária e semestre de oferta.

Tabela 02: Disciplinas mapeadas

Número de Ordem	Disciplina	Tipo/Ano ou Semestre	Instituição	Carga Horária
1	Física Moderna I	7º	USP	120
2	Física Moderna II	8º	USP	60
3	Mecânica Quântica	Optativa	USP	60
4	Física Moderna	8 perfil	UFSCAR	---
5	Física Moderna	5º	UFSCAR	---
6	Física Atômica e Molecular	Optativa	UFSCAR	---
7	Física Moderna e Contemporânea	6º	UFSCAR	---
8	Física Moderna II	Optativa	UFSCAR	---
9	Física Moderna	6º	UFSCAR	---
10	Física Moderna e Contemporânea	7º	UFSCAR	---
11	Teoria da informação: clássica e quântica	Optativa	UFSCAR	---
12	Física Moderna I	7 termo	UNESP	60
13	Física Moderna II	8 termo	UNESP	60
14	Física Moderna para professores do ensino médio	7º	UNESP	30
15	Introdução à Mecânica Quântica	Optativa	UNESP	60
16	Física Moderna I	5º	UNESP	60
17	Física Moderna II	7º	UNESP	60
18	Física Moderna	Etapa 6	UNIUBE	80
19	Física Moderna I	Módulo 5	UNISO	80
20	Física Moderna II	Módulo 6	UNISO	80
21	Física Quântica	---	UNICSUL	---
22	Física Moderna	8 termo	UNOESTE	---
23	Física Atômica e Nuclear	7 termo	UNOESTE	---
24	Introdução à Física Quântica	4 período	UNITAU	---
25	Física Moderna – Relatividade e Fundamentos Quânticos	3 período	UNITAU	---
26	Física Quântica	---	UNITAU	---
27	Introdução à Física Moderna	5º	IFSP	60
28	Física Atômica e Molecular	6º	IFSP	60
29	Física Nuclear e de Partículas	6º	IFSP	60
30	Física Quântica	---	UFABC	36
31	Interações Atômicas e Moleculares	---	UFABC	36
32	Princípios de Mecânica Quântica	---	UFABC	48
33	Física Quântica	---	UNIVESP	---

O sinal --- indica que não foi possível identificar a informação.

O fato de 26 cursos possuírem ao menos 01 disciplina, em sua estrutura curricular, pode indicar uma preocupação, por parte dos cursos, na inserção das discussões acerca dos conteúdos quânticos na formação de professores de Física.

O tempo destinado ao estudo dos conteúdos inseridos nos programas curriculares das disciplinas mapeadas varia entre 30 e 120 horas. Entretanto, em sua maioria, possuem 60 horas, o que podemos considerar como um aspecto positivo, se levarmos em consideração que, em geral, os conteúdos que pertencem ao campo da Física Quântica podem/são trabalhados em mais de uma disciplina como, por exemplo, Física Moderna I e Física Moderna II.

Porém, apenas 09, das 33 disciplinas, contemplam o estudo mais detalhado dos conteúdos quânticos. A ausência de um número maior de disciplinas, dedicadas exclusivamente ao estudo da Física Quântica, demonstra que seus conteúdos podem estar diluídos em outras disciplinas como, por exemplo, entre aquelas disciplinas intituladas “Física Moderna”. Contudo, podemos dizer que essas disciplinas são mais

gerais, pois abarcam outros conteúdos pertencentes ao tópico de Física Moderna e não apenas aqueles relativos ao domínio da quântica. Vale ressaltar também, que a maioria das disciplinas são ofertadas a partir do terceiro ano (5º semestre), talvez pelo rigor matemático necessário para a resolução dos problemas quânticos.

A análise das ementas revelou que há ênfase aos conteúdos de espaço, tempo, matéria, determinismo, causalidade, princípios da incerteza da superposição e na interpretação probabilística da função de onda.

Por fim, destacamos como um aspecto interessante e positivo a inclusão de disciplinas conceituais com foco para a formação de professores. É o caso das disciplinas de número 14 e 27 da tabela II, intituladas “Física Moderna para professores do Ensino Médio” e “Introdução à Física Moderna”, da UNESP de Guaratinguetá e do IFSP de São Paulo, respectivamente, as quais contemplam, em suas ementas, discussões acerca da abordagem da Física Moderna nos livros didáticos de Física, acerca das possibilidades de aplicação em dos conhecimentos em sala de aula e de posturas e ações que possibilitem um melhor aprendizado da Física Moderna.

Há, também, disciplinas que contemplam conteúdos quânticos baseados na História das Ciências e em seu caráter epistemológico, discutindo as contribuições proporcionadas por esse viés, em detrimento de uma abordagem matematizada. De maneira geral, as disciplinas que abordam conteúdos quânticos, por meio desta ênfase, são aquelas denominadas “História da Física”.

Considerações Finais

Procuramos responder como a Física Quântica foi/está inserida no currículo dos cursos de formação de professores de Física no estado de São Paulo em termos conteúdos, tempo didático e momentos de oferta. Identificamos 13 instituições que abrigam 32 cursos de formação de professores de Física. A maioria dos cursos estão dispostos no período noturno (22 de 32 cursos). Como exposto anteriormente, 26 cursos ofertam um total de 33 disciplinas (28 obrigatórias e 5 optativas) que contemplam conteúdos quânticos.

A análise dos materiais encontrados permite inferir que grande maioria dos cursos apresenta as disciplinas “Física Moderna I” e “Física Moderna II”, as quais são mais amplas em termos de inserção de conteúdos físicos.

Por fim, podemos afirmar que, em certa medida, a Física Quântica está inserida na maioria dos cursos de Física Licenciatura do estado de São Paulo, embora poucos são aqueles que disponibilizam matérias dedicadas exclusivamente aos conteúdos da Física Quântica. Ademais, notamos a falta de integração entre conteúdos pedagógicos com aquelas de cunho físico-conceitual, já que são poucas as ementas nas quais é possível identificar a inclusão de discussões acerca dos métodos, técnicas e abordagens para o de ensino da Mecânica Quântica. Concordamos com Zimmerman e Bertani (2003) quando afirmam ser necessário, na formação inicial de professores, o entendimento e a articulação dos conteúdos científicos e pedagógicos por parte dos novos professores.

Os conteúdos pedagógicos dizem respeito aos métodos, as técnicas e as abordagens de ensino. Poderíamos citar, entre outras, para o ensino da Teoria Quântica, a leitura de textos de divulgação científica (SILVA e ALMEIDA, 2012), diferentes formas de expressão humana como a arte, a música e a pintura (PINTO e ZANETIC, 1999), a História e da Filosofia da Ciência (FAGUNDES, 1997; FREIRE

JUNIOR et al., 1995); Mapas Conceituais (CHIARELLI, 2006) e, simulações computacionais (MACIEL, 2015). Consideramos importante, na formação inicial de professores, discussões acerca destes métodos e abordagens.

Por outro lado, não descartamos que a inclusão destas discussões pode estar presente em disciplinas do núcleo pedagógico, ou seja, em disciplinas da área de Educação/Ensino de Física, em geral, ministradas por docentes lotados em institutos ou faculdades de Educação. Reafirmamos que se faz necessário, na formação inicial de professores, o entender e articular os conteúdos científicos e pedagógicos para que os mesmos sejam inseridos de maneira eficiente na educação básica.

Agradecimentos

Agradecemos à Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

Referências

- BRASIL: (2002). Resolução CNE/CP 2 de 11 de março de 2002. **Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>
- BRASIL: (2019). Resolução CNE/CP 02 de 20 de dezembro de 2019 – **Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)**, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, seção 1, n. 247, p. 116-119, 23 de dezembro de 2019.
- CHIARELLI, R. A. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: é possível abordar conceitos de mecânica Quântica?** Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2006
- FAGUNDES, M. B. **Ensinando a dualidade onda-partícula sob uma nova óptica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação/Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- FREIRE JUNIOR, O. et al. Introducing Quantum Physics in Secondary School. In: **III International History, Philosophy and Science Teaching Conference**. Minneapolis. 1995.
- GLEITON SANTOS MACIEL, G. S. **Proposta de uma sequência didática sobre tópicos de física quântica através do uso de simulações computacionais e da determinação da constante de Planck com Leds aplicado ao ensino médio**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Centro de Ciências Exatas/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
- GRECA, I. M. R.; MOREIRA, M. A. Uma revisão de literatura sobre estudos relativos ao ensino de mecânica quântica introdutória. **Investigações em ensino e ciências**, v.6, n.1, p. 29-56, 2001.
- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.16, n.1, p.7-34, 1999
- REDISH, E. F.; SAUL, J. M.; STEINBERG, R. N. (1998). Student expectations in introductory physics. **American Journal of Physics**. v. 66, n. 3, p. 212-224.
- SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Educação. **Deliberação CEE no 126/2014. Altera dispositivos da Deliberação 111/2012**. In: Diário Oficial do Estado de São Paulo, SP, 14 jun. 2014(a), Seção I, p. 21 - 23.
- SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Uma leitura de divulgação científica sobre Física Quântica no Ensino Médio. **Revista do Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura**. v. 1, 2012.
- ZIMMERMANN, E.; BERTANI, J. A. (2003). Um Novo Olhar Sobre os Cursos de Formação de Professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. 20(1), 43-62.

OSCILAÇÕES E ONDAS PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

OSCILLATIONS AND WAVES FOR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS

Bruna Araujo Ferreira¹, Deise Miranda Vianna², Marcos Binderly Gaspar³

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro/IF/brunaaraujoferreira@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro/IF/deisemv@if.ufrj.br

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro/IF/mgaspar@if.ufrj.br

Resumo

O Ensino de Física para alunos com deficiência visual precisa explorar tantos sentidos quanto possível, de maneira que cada percepção o ajude a completar a compreensão dos fenômenos da natureza. A Física Ondulatória, em particular, é uma área importante da Física e sua aprendizagem é intrínseca e exaustivamente visual. Nesse trabalho, elaboramos um material didático e propomos uma sequência de três aulas que levam o aluno do ensino médio, com ou sem deficiência visual, a compreender que a onda é composta de osciladores interligados que transferem energia pois, se isto é mal compreendido, não se pode dizer que se entende bem qualquer fenômeno ondulatório. O conteúdo parte da oscilação de um pêndulo, passando pelos ciclos oscilatórios e finalmente abarcando a definição de onda, utilizando a perspectiva do ensino por investigação. Foram desenvolvidos materiais interativos para este fim. As atividades foram organizadas em aulas e aplicadas com um grupo de alunos deficientes visuais.

Palavras-chave: Ensino de Física, deficiente visual, oscilação, ondas, ensino por investigação

Abstract

The teaching of physics for visually impaired students needs to explore as many senses as possible, in a way that each perception helps them to complete their understanding of nature's phenomena. Wave Physics, particularly, is an important area of physics and its learning is intrinsic and exhaustively visual. In this work, It was elaborated a didactic material and proposed a sequence of three classes that take the student to high school, with or without visual impairment, the understanding that the wave is composed of interconnected oscillators that transfer energy, if this is misunderstood, cannot say what any wave phenomenon means. The content of the oscillation of a pendulum, passing through the oscillatory cycles and finally encompassing the definition of wave, using the perspective of teaching by investigation. Its been developed interactive materials for this objective. The activities were organized in classes and applied with a group of visually impaired students.

Keywords: Physics education, Teaching by investigation, Visually impaired, Swings, Waves

Introdução e desenvolvimento

O Ensino de Física para alunos com deficiência visual tem avançado e preenchido cada vez mais lacunas que existem há muito tempo. Desenvolver materiais e formas de aplicá-los ainda tem sido um desafio aos professores de Física, limitados pelo tempo e habilidade muitas vezes.

Felizmente uma parte dos professores tomou para si o desafio de buscar maneiras de adaptar o conteúdo para que todos seus alunos aprendessem sua disciplina. Entre os professores de Física, destacam-se os trabalhos que serviram de inspiração e motivação para este: Azevedo (2012), Nunes (2013) e a autora deste, Ferreira (2015). Encontra-se na literatura outros trabalhos como: Camargo (2012) e Barbosa-Lima (2013).

Um estudo sobre ondas deve ser, sobretudo, dinâmico. Um estudante, ao folhear as páginas do livro didático no capítulo de Física Ondulatória, ao ver as imagens de ondas na corda, na praia ou na superfície de um lago, é capaz de fechar os olhos e trazer à memória um filme revelando a mesma imagem em movimento. Desse modo, é relativamente fácil explicar algumas características utilizando o recurso da memória visual. Uma adaptação de uma fotografia estática de uma onda senoidal em relevo não revela a natureza da onda e, com isso, reduz todo o significado a um grupo de imagens que não apresenta nada além de curvas.

Os osciladores, que transmitem a informação da perturbação ao logo de um meio, possuem período, frequência e essa perturbação demora um certo tempo para ir de um ponto a outro, dependendo da composição do meio. Todos esses conceitos são, portanto, conceitos cinéticos. Entendeu-se deste modo que o professor precisa explorar, com esses estudantes, suas percepções sensoriais, tanto quanto possível, a fim de ampliar a compreensão do conceito que se deseja estudar.

Masini (1994) faz uma crítica ao referencial visual que é geralmente usado em trabalhos para deficientes visuais, alegando não ser próprio dos alunos. *“Não seria possível pensar de uma outra maneira? (...) Por que não perguntar como é o pensar daquele que aí está e não é vidente?”*

Desse modo, entendemos que a aprendizagem da Física Ondulatória é intrínseca e exaustivamente visual, pretende-se com este trabalho, trazer ao aluno com deficiência visual, uma ampliação do entendimento de alguns conceitos básicos da Física Ondulatória, a fim de que posteriormente exista uma base para a construção de conceitos mais profundos. Deste modo, esse trabalho propõe uma sequência de três aulas, iniciando pela oscilação de um pêndulo, passando pelos ciclos oscilatórios e finalmente abarcando a definição de onda, utilizando a perspectiva do ensino por investigação.

O objetivo é levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos. (AZEVEDO, 2004)

Os materiais foram pensados de maneira que fossem interativos, permitindo a manipulação dos alunos e para a verificação de hipóteses que poderiam surgir. Tomando como referência o trabalho da autora (Ferreira 2015), o estudo da oscilação será iniciado em um balanço, semelhante aos balanços infantis, permitindo que o aluno tenha sua percepção aguçada e, desta maneira, contemple a variação da velocidade durante o ciclo, compreendendo o período de um oscilador. Em seguida,

a partir de um gráfico posição x tempo ($S \times t$) de um oscilador, discute-se o período de um ciclo e o significado da frequência.

Finalmente, tendo entendido como se comporta um oscilador, passaremos para um conjunto de osciladores que transporta energia, fazendo com que o aluno possa ter uma compreensão mais ampla, visualizando que, em qualquer onda, um conjunto de osciladores transfere energia de um ponto a outro, estando cada um deles, oscilando em torno de um ponto de equilíbrio.

Nesse intuito, foram desenvolvidos roteiros para o professor e materiais exclusivos para estas aulas. Estes roteiros e a confecção de materiais se encontram em detalhes na dissertação de mestrado “*O que não se pode ver: uma prática de ensino sobre o estudo de oscilações e ondas para deficientes visuais*” (Ferreira, 2020). Aqui, nos restringimos a parte da aplicação das aulas.

As aulas foram realizadas com alunos de um colégio federal da zona oeste do Rio de Janeiro. Foram escolhidos quatro alunos de uma mesma turma do 2º ano do ensino médio, que já haviam estudado o início da cinemática. O ano letivo se iniciou em abril e as aulas ocorreram final de junho e início de julho do ano de 2019.

Os conteúdos foram vistos em três aulas subsequentes, com duração que variou de uma hora e meia a duas horas e meia. A primeira aula foi realizada no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, num dos laboratórios de Física Experimental, onde foi instalado o balanço, no contrapiso do próximo andar. Os alunos foram deslocados para a universidade com a autorização dos responsáveis e da escola. As outras aulas foram realizadas no próprio colégio, e os materiais foram levados para lá.

Os tópicos das aulas e seus objetivos foram assim dispostos:

Aula 1 – oscilação

- Movimento oscilatório: vai e vem em torno de ponto de equilíbrio;
- Velocidade e aceleração nos extremos e nos pontos de equilíbrio;

Aula 2 – ciclos oscilatórios

- Período e frequência;
- Gráfico $S \times t$ de um oscilador;
- Identificação do período no gráfico;

Aula 3 – onda

- Onda como energia que se propaga por um conjunto de osciladores;
- Significado físico do comprimento de onda;

A metodologia utilizada do ensino por investigação exige um preparo anterior do professor, de maneira que sejam propostas nestas aulas, situações e perguntas para que os alunos reflitam sobre os fenômenos abordados. Dessa forma, a autora pensou numa sequência didática de experimentos e perguntas que poderiam fazer com que os alunos conseguissem entender os conceitos pretendidos.

Aplicação da aula 1

Materiais necessários: Balanço, mola de metal e cronômetro.

Objetivo: Fazer com que o aluno compreenda que o movimento oscilatório é um constante “ir e vir” em torno de um ponto de equilíbrio e observe que a velocidade é variável. E ao final, meça o período de sua oscilação no balanço e calcule a frequência.

Para isto, utiliza-se um balanço (Figura 1) - como os de criança - e serão feitas algumas perguntas, e, à medida em que as respostas forem obtidas, outras intervenções sejam feitas pelo professor.



Figura 1: Grupo de alunos no laboratório e aluna no balanço

Inicialmente, coloca-se o aluno no balanço, e em repouso, explica-se a ele que ali é a posição que se chama ponto de equilíbrio, e que a distância em que ele se deslocar deste ponto e se abandonar para oscilar é a amplitude inicial do movimento.

Espera-se que o aluno perceba facilmente como a velocidade varia. Deve-se então, perguntar em que momento a velocidade se reduz ao mínimo e o que faz isso acontecer, de modo que perceba que existe momentos em que a velocidade é mínima e outros em que ela é máxima, sendo a força gravitacional, o peso, responsável por esta variação.

Para reforçar todos os conceitos observados, uma pequena mola de metal com um pedaço de papel grudado nela, será usada para exemplificar outro tipo de movimento oscilatório. O papel servirá de marcador, deslizando num movimento vertical pelo braço. O professor colocará o braço do aluno deficiente visual em posição vertical, e paralelo ao braço, segurará a mola. O aluno puxará a mola para baixo e soltando-a, colocará ela em movimento e o papel grudado na mola deslizará pelo braço e o aluno perceberá sua oscilação.

A seguir, apresentamos fragmentos da transcrição das aulas. Os nomes dos alunos foram alterados por questão de privacidade.

Nome	Fala
Professora	Mas vocês estão me respondendo se o balanço para ou não. Eu quero que vocês respondam algo mais específico: durante o balançar, tem algum momento que o seu corpo para mesmo que por um instante?
Vivian	Tem.
Edna	Tem.

Vivian	Lá atrás. Quando você tipo assim...
João	Ou na frente.
Vivian	É, eu acho que é mais atrás.
Glauce	Tanto na frente quanto atrás.
Vivian	Mesmo quando você não dá impulso, o corpo dá uma pausa. Ele vai assim: vai e volta, ele dá uma paradinha, bem rápida.
Glauce	Bem rápida, né. Meio segundo. Você nem sente.

Aplicação da aula 2

Materiais necessários: Oscilobrilie, rolo de papel manteiga e caneta.

Objetivo: Identificar no gráfico posição versus tempo de um oscilador, o início e fim de um período, e compreender a relação entre período e frequência.

Resgata-se, aqui, os exemplos da aula 1, definindo período como o tempo gasto para a realização de um evento. Quando se realiza um evento, diz-se que se completou um ciclo. Pergunta-se como fora medido o período no balanço e na mola, para que os alunos percebam o início e o fim de um ciclo.

O oscilobrilie nada mais é do que um oscilógrafo manual, que registra a posição versus tempo de uma oscilação marcada sobre ele. Consiste em duas placas de MDF, de mesmo tamanho, apoiadas uma sobre a outra, e entre elas um mecanismo de deslizamento ao longo de seu comprimento, feito com trilhos de gaveta. O oscilógrafo não possui qualquer circuito elétrico, seu mecanismo de registro da oscilação é feito de maneira totalmente manual, onde o aluno fará a oscilação com o braço direito, e puxará a placa de cima com o braço esquerdo, em direção perpendicular ao movimento de oscilação. O oscilógrafo foi forrado com Talagarça, um tecido que possui trama aberta e firme como uma tela. Dessa maneira, quando a caneta pressionar o papel, ela fará marcas em seu avesso, registrando a posição dela conforme o papel, juntamente com a placa, estiver sendo puxado. A marcação aparecerá em relevo tracejado, permitindo a visualização tátil da curva que será projetada no gráfico.



Figura 2: Aluna repetindo o procedimento no lado mais liso da folha

Sobre o tecido do oscilobrilie, prende-se um pedaço do papel na extensão da placa. Estando o instrumento estável numa mesa horizontal, o próprio aluno, com auxílio do professor, reproduzirá o movimento da mola, da primeira aula, com a mão direita, marcando sobre o papel esse movimento (Figura 2). Com a mão esquerda, puxará a parte superior do oscilobrilie para a esquerda, em direção perpendicular ao movimento oscilatório. A caneta fará o movimento de ir e vir dentro de uma máscara, para que se mantenha o mesmo eixo de oscilação. Deve-se realizar um movimento periódico, de mesma amplitude.

Explica-se ao aluno todo o procedimento, pedindo para que ele repita com a caneta o movimento que ele sentiu em seu braço, da mola oscilando. Ao final do procedimento, o gráfico apresentará uma curva aproximadamente senoidal. O professor marcará os eixos cartesianos, sem dizer a que correspondem, a fim de mostrar que o registro formou um gráfico.

Nome	Fala
Professora	O que representa o eixo horizontal?
Vivian	O horizontal representa o “puxando”. E o vertical o...
Glauce	“Subindo e descendo”.
Vivian	É.
Professora	Concorda comigo que na hora que vocês puxaram pra esquerda, o tempo estava passando?
Vivian	Sim.
Professora	Vocês não estavam paradas com a mão.
Vivian	As duas estavam em movimento.
Professora	Só que vocês estavam marcando várias posições naquela máscara.
Vivian	É tipo, a gente tava demarcando por onde a gente passava.
Professora	Então você concorda, Vivian, que na hora que você fazia a oscilação com a mão direita, você estava a todo momento registrando vários pontos de posição?
Vivian	Sim.
Professora	Então no eixo vertical, vocês estão marcando sua posição. Certo?
Vivian	Certo.
Professora	Se essa tampa aqui, de cima, não fosse se deslocar, você estaria registrando a posição sempre no mesmo eixo.
Vivian	É, é tipo um movimento circular, você estaria girando em torno dele mesmo.
Professora	É, só que nesse caso aqui, é uma reta vertical. Então você vai e volta na mesma reta.
Vivian	Sim.
Professora	Sendo que quando você puxa pra esquerda, você está marcando a posição, numa escala de tempo que você dá. O tempo está transcorrendo enquanto você está puxando pra esquerda. Então, o que vocês fizeram aqui em cima dessa tampa ao puxar, foi um gráfico.
Vivian	Ih, Glauce, a gente já pode falar pros professores que a gente sabe fazer gráfico.

Aplicação da aula 3

Materiais necessários: Pêndulos interligados, caixa box com água e bolinhas flutuantes, caixa de onda.

Objetivo: Estabelecer a relação entre a onda e os osciladores.

O aluno terá contato com um conjunto de pêndulos simples interligados (Figura 3), todos na vertical. É importante que o aluno visualize todo o conjunto, para entender como estão livres para oscilar e que um fio passa por todos eles, interligando um ao outro. Depois do primeiro contato, o professor posicionará o braço direito do aluno embaixo de todos os pêndulos, e colocará na mão livre do aluno, o primeiro pêndulo, para que ele puxe e solte de certa altura.



Figura 3: Aluno com o braço embaixo dos pêndulos, antes de iniciar o movimento

Essa percepção da propagação do movimento se dará colocando o braço embaixo de todos os osciladores que, com material flexível preso embaixo de cada oscilador, será possível senti-los moverem-se pelo braço.

Nome	Fala
João	Vai fazendo tipo uma reação em cadeia. Vai mexendo com o que tá do lado, que mexe o que tá do lado, que mexe o que tá do lado, que mexe o que tá do lado.
Professora	Tá, eu vou fazer com a Gabi pra ela poder te ajudar a responder também, tá?
Professora	Você vai só soltar, não precisa dar força pra ele não. Não precisa dar impulso, ele já tem altura.
Glauce	Caraca! Eles demoram... Que nervoso...
Professora	Vou fazer a mesma pergunta: É instantâneo o movimento?
Glauce	Não. O primeiro pêndulo demora a fazer... dar movimento aos outros.
Professora	E por que que todos eles se movem?
Glauce	Hum, deve ser alguma força aí, que o primeiro deve fazer com os outros.
Glauce	Eles diminuem também, igual a gente no balanço. Quando não dá impulso, eles vão parando.
Glauce	Agora tá indo mais rápido.
Professora	Por que que você acha que eles se movem?
Glauce	Acho que o primeiro deve fazer uma força no ferrinho de cima... ah não, eu acho que essa corda também ajuda, né?
Professora	Que corda?
Glauce	A que fica no meio.
Professora	Essa na horizontal que passa por eles? Você acha isso?

Glauce	Sim, porque o primeiro pêndulo vai batendo, e também a corda, a cordinha dele, que segura ele, vai batendo nesse do meio. Aí essa do meio vai movimentar a corda, que vai encostar nos outros também.
Professora	Vocês dois que já sentiram no braço conseguem perceber alguma imagem se formando no braço de vocês?
Glauce	Não, não reparei em imagem não.
João	Sei lá, vai fazendo um zigue zaguzinho.

Conclusão

Os alunos participaram de forma ativa e, embora a última aula tenha sido mais extensa pela quantidade de experimentos, todos prestaram atenção e interagiram uns com os outros.

A dinâmica das aulas, com as perguntas do roteiro, foi desenvolvida dentro da proposta do ensino por investigação e os alunos corresponderam satisfatoriamente a esse modelo de aula. A cada aula, a apreensão dos conteúdos foi percebida cada vez mais célere, restando claro que a aplicação do método demonstrou-se exitosa. O trabalho praticamente se deu de maneira individualizada, havendo mesmo assim colaboração entre eles. Poder-se-ia utilizar e classificar as falas segundo indicadores de aprendizagem, o que será feito futuramente.

Os experimentos utilizados também servirão para uma extensão do trabalho. O professor poderá dar seguimento ao conteúdo de Física Ondulatória e utilizar esses e outros materiais para explicar os fenômenos pertinentes, inclusive numa abordagem para alunos não deficientes. Contudo, as características físicas gerais da onda foram trabalhadas nesse conjunto de aulas.

Referências

AZEVEDO, A. C. Produção de material didático e estratégias para o ensino de física para alunos portadores de deficiência visual. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

AZEVEDO, M. C. P. Ensino por investigação problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo-SP: Thompson, 2004. cap. 2, p. 19-33.

CAMARGO, E. P. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. 1. Ed. São Paulo: Editora UNESP, 2012. 274p.

FERREIRA, B. A. O que não se pode ver: uma prática de ensino sobre o estudo de oscilações e ondas para deficientes visuais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

FERREIRA, B. A. Uma abordagem da Expansão do Universo para alunos com deficiência visual. Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MASINI, E. F. S. O perceber e o relacionar-se do deficiente visual. Brasília: Corde, 1994

NUNES, Camila dos Santos. Tópicos de óptica para deficientes visuais. Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

A ATIVIDADE DE CONTROVÉRSIA EM SALA DE AULA: UMA PERSPECTIVA ATRAVÉS DA TEORIA DA ATIVIDADE DE LEONTIEV E TEORIA DO DISCURSO DE BAKHTIN

José Anderson de Oliveira¹, Glauco S. F. Silva², Giselle F. de Castro Catarino³.

¹ CEFET/RJ/ Programa de Pós Graduação em Ciência, Tecnologia e Ensino (PPCTE).
/joseprofisica@gmail.com

² CEFET/RJ – Campus Petrópolis/ Programa de Pós Graduação em Ciência, Tecnologia e Ensino (PPCTE). / glauco.silva@cefet-rj.br

³ UERJ/RJ / Universidade Estadual do Rio de Janeiro. / gisellefaur@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa analisou, através de uma metodologia qualitativa, a aplicação da técnica de controvérsia controlada em uma turma de Ensino Médio de uma escola privada. Para tal, procurou-se compreender quais são as contribuições dessa técnica para os alunos a fim de que possa provocar mudanças tecnocientíficas numa perspectiva democrática. Sendo assim, parte-se do pressuposto que as modificações na sociedade são potencializadas através das diferentes vozes do discurso presentes na controvérsia. Foram utilizados alguns dos principais conceitos da Teoria da Atividade de Leontiev e de Bakhtin para que a técnica de controvérsia controlada aplicada na turma fosse entendida como uma Atividade de Controvérsia que se desenvolve através de enunciados e enunciações na sala de aula. Tal atividade foi uma adaptação dos Cadernos Temáticos produzidos pela Secretaria de Estado da Educação do Estado de Espírito Santo, a partir do Curso de Formação de Docentes da Área de Ciências da Natureza (Matemática, Ciências, Química, Física e Biologia). Percebemos que uma atitude isolada dos sujeitos não dá sentido às ações da atividade desde que seja reestabelecida uma ligação entre motivo e o objeto da atividade. A partir da Teoria da Atividade observamos ainda que a maioria dos participantes (alunos), após a atividade de controvérsia (de natureza coletiva), modificou suas concepções prévias. Espera-se que essa pesquisa possa ser ampliada e discutida com mais detalhes a partir de um aprofundamento teórico tanto da Teoria da Atividade quanto da Teoria do Discurso.

Palavras-chave: Técnica de controvérsia aplicada, Teoria da Atividade, Teoria do Discurso, Ensino de Física.

Abstract

This research analyzed, through a qualitative methodology, the application of the controlled controversy technique in a high school class of a private school. To this end, we sought to understand the contributions of this technique to students so that it can bring about technoscientific changes in a democratic perspective. Thus, it was assumed that changes in society are enhanced through the different voices of discourse present in the controversy. Some of the main concepts of Leontiev and Bakhtin's Cultural Historical Activity Theory were used so that the controlled controversy technique applied in the class could be understood as a Controversy

Activity that was developed through statements and enunciations in the classroom. This activity was an adaptation of the Thematic Notebooks produced by the State Secretary of Education of the State of Espírito Santo, from the Training Course for Teachers in the Area of Natural Sciences (Mathematics, Sciences, Chemistry, Physics and Biology). We perceive that an isolated attitude of the subjects does not make sense of the activity's actions only as long as a link between motive and the object of the activity is reestablished. Based on the Activity Theory, we also observed that most of the participants (students), after the Controversy Activity (of a collective nature), modified their previous conceptions. It is hoped that this research can be expanded and discussed in more detail from a theoretical deepening of both Activity Theory and Discourse Theory.

Keywords: Applied controversy technique, Activity Theory, Discourse Theory, Physics teaching.

Introdução

A técnica de controvérsia controlada, também chamada de simulação CTS ou controvérsia simulada, surge em um contexto no qual se acreditava quase que convictamente na “equação” Ciência + Tecnologia = progresso e bem estar. Essa visão positivista de Ciência somada aos impactos sociais negativos resultantes de grandes desastres provocados por ela, através de seus aparatos, além da crença de que as decisões importantes na sociedade coubessem exclusivamente a própria Ciência, estruturaram os caminhos do movimento CTS no que refere à sua história de formação. Sob essa perspectiva, a Abordagem CTS surge como movimento e construção social da ciência. (CRISPINO, 2017, p. 21).

Os fatores que conduziram às divergências de múltiplas vozes¹, em torno de temas diversos na sociedade, direcionavam a um espaço mais democrático sobre o futuro fundamentado em controvérsia. De acordo com o Crispino (2017):

Houve, portanto, uma controvérsia em torno dos temas e a sociedade – nas suas mais diferentes manifestações – solicitou espaço para ouvir e se fazer ouvir sobre o futuro que também lhe pertence. Logo, a controvérsia de visões/opiniões entre atores sociais é a melhor e mais autêntica manifestação da Abordagem CTS. A mesma ideia de controvérsia também é encontrada no interior da comunidade científica que já não mais se contenta com as tradicionais visões (e mitos) da Ciência (p.99).

Ramos e Silva (2007) explicitam que a controvérsia é um espaço de discordância, ou seja, de dissensos. Segundo esses autores, a definição de controvérsia parece estar fundamentada na união de duas visões distintas. Uma que se encontra no nível mais cognitivo e psicológico, como a discussão acerca de um determinado assunto, e outra que deve ser interpretada como fenômenos sociais. Em suas palavras:

[...] trata-se de uma discussão entre duas partes envolvidas sobre determinado assunto, na qual estão em jogo suas crenças e argumentações, visão que situa a controvérsia num domínio mais cognitivo ou psicológico. Para outros, porém, as controvérsias não podem ser

¹ Para Bakhtin o conceito de múltiplas vozes significam múltiplos pontos de vista, múltiplas culturas, múltiplas possibilidades.

separadas de um contexto cultural mais amplo, sendo, portanto, fenômenos sociais, historicamente determinados. Acreditamos que o enlace entre essas duas visões possa ser o caminho mais efetivo na busca desta definição. (RAMOS; SILVA, 2007, p. 5)

Adotando ambos os conceitos, tanto como fenômenos sociais quanto resultante de processos cognitivos e psicológicos influentes ao surgimento da controvérsia, cabe a seguinte pergunta: de que forma a controvérsia contribui para mudanças de pensamentos e ações a fim de que seja possível caracterizar a ciência como democrática, promotora de atitudes, hábitos e valores para a tomada de decisões dos indivíduos na sociedade?

Diversos trabalhos mostram que por meio do exercício do confronto é possível estabelecer tais modificações. Entretanto, o objetivo deste trabalho é investigar se por meio do diálogo/discurso verbal em sociedade há apropriação da forma científica hegemônica pela concepção/percepção do objeto do discurso. Deste modo, considerando a Atividade realizada fundamentalmente social e coletiva, parece razoável compreender a técnica de controvérsia aplicada como um processo construído sócio-histórico-culturalmente a partir de enunciados produzidos por locutores e interlocutores através do gênero discursivo científico.

A fim de compreender tal técnica como uma atividade produtora de enunciações, alguns conceitos da Teoria da Atividade de Alexis Nikolaevich Leontiev serão abordados, assim como uma breve introdução aos estudos de Mikhail Bakhtin sobre os Gêneros do Discurso, pois esperamos que a partir de uma atividade de controvérsia em sala de aula seja destacada a importância da cultura CTS para a sociedade.

Referencial teórico

Conforme Chrispino (2017), a técnica de controvérsia controlada “é, na verdade, a síntese da história de formação da Abordagem CTS, quer como movimento social, quer como construção social da ciência” (p. 100). Assim, compreendendo a técnica de controvérsia como um reflexo de um constructo científico sócio-histórico-cultural, optamos por utilizar a perspectiva teórica da Teoria da Atividade de Alexei Leontiev. Sua teoria psicológica cognitiva está fundamentada nos pressupostos marxistas, materialista-dialéticos e tem como premissa que a atividade humana é sempre mediada por um instrumento desenvolvido a partir das bases materiais do trabalho [atividade] humano. Nas palavras de Leontiev (1978):

O trabalho é antes de mais nada caracterizado por dois elementos interdependentes. Um deles é o uso e o fabrico de instrumentos. [...] O segundo é que o trabalho se efetua em condições de atividade comum coletiva, de modo que o homem, no seio deste processo, não entra apenas numa relação determinada com a natureza, mas com outros homens, membros de uma dada sociedade. É apenas por intermédio desta relação a outros homens que o homem se encontra em relação com a natureza (p. 74).

Nessa perspectiva teórica, podemos afirmar que o ser humano produz instrumentos para agir na natureza na satisfação de suas necessidades, não somente biológicas. Esse processo do trabalho humano, a partir de agora chamado de atividade humana, tem a característica de ser realizada coletivamente, pois para Leontiev (1978), “é desde a origem mediatizada simultaneamente pelo instrumento

(em sentido lato) e pela sociedade” (p.80). Ao mesmo tempo, a atividade coletiva passa ser estruturada com a divisão técnica do trabalho.

Vejamos o exemplo da realização da caça por um grupo de homens que já possuem determinada organização. A essa atividade, um indivíduo é responsável por espantar a caça em direção a outro grupo a fim de que possam abatê-la. Já outro grupo é responsável pelo preparo do alimento, como cortá-lo e aquecê-lo.

No caso dos animais, a sua necessidade/motivo biológica sempre estará orientada aos objetos que possam satisfazer suas necessidades. Assim pode-se dizer que a necessidade e objeto coincidem. Já na referida atividade humana de caça, a necessidade/motivo (comer/fome) e objeto (caça) não coincidem, havendo assim um deslocamento entre eles, pois o ato de espantar a caça não satisfaz sua necessidade (que no nosso exemplo se limita a comer) do batedor. Pelo contrário, espantar a caça, distancia-o do objetivo que é matar a sua fome ao comer a caça. Leontiev (ibid. p.82) chama de “ações aos processos em que o objeto e o motivo não coincidem”. Neste exemplo, a caçada coletiva é uma atividade, e cada parcela da atividade, que separa o motivo do objeto, por exemplo, espantar a caça, seria uma ação. As formas de realização da ação são chamadas de operação, através de instrumentos. É importante destacar que esses processos da atividade não se resumem a um somatório das ações que a constitui.

Em Camillo (2011), é possível perceber um esquema simplificado da atividade humana nos processos de ação e operação.

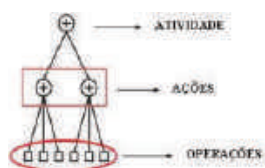


Figura 1: Modelo de representação dos níveis hierárquicos da atividade (CAMILLO, 2011).

A partir dessa óptica, percebe-se que para uma análise um pouco mais detalhada sobre os discursos (instrumentos) produzidos pelos sujeitos como produtos culturais, torna-se necessário a utilização, mesmo que de forma introdutória, dos conceitos de Mikail Bakhtin.

Sabendo que a atividade humana depende do uso da linguagem como agente mediador, Bakhtin (2016) diz que “o emprego da língua efetua-se em forma de enunciados (orais e escritos) concretos e únicos, proferidos pelos integrantes desses ou daquele campo da atividade humana” (p. 261). Esses enunciados apresentam especificidades quanto ao seu uso e campo de utilização, não estando somente restritos ao seu conteúdo (temático) e estilo de linguagem, estando relacionados também à sua construção composicional.

A enunciação, um todo indissociável do enunciado, existe no uso da linguagem que utiliza signos pelo locutor para exprimir, transmitir ou comunicar seu interior ao interlocutor a fim de que seja estabelecido um sentido para aquilo que o locutor tinha em mente.

Existe uma particularidade e individualidade em cada enunciado, “mas cada campo de utilização da língua elabora seus tipos relativamente estáveis de enunciados os quais denominamos gêneros do discurso” (ibid p. 262).

Dentre uma heterogeneidade dos gêneros do discurso (orais e escritos), têm-se a carta (em suas diferentes formas), as reproduções de diálogos do cotidiano, as diversas formas de manifestações científicas, etc.

Metodologia

Neste trabalho utilizamos a metodologia de pesquisa qualitativa em que “todos os dados da realidade são importantes”, “o interesse do pesquisador ao estudar determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; p.12).

A técnica de controvérsia controlada foi realizada em uma turma de segundo ano do ensino médio, a fim de compor a nota dos alunos referente às avaliações bimestrais da disciplina de Física. Tal atividade foi uma adaptação dos Cadernos Temáticos produzidos pela Secretaria de Estado da Educação do Estado do Espírito Santo, a partir do Curso de Formação de Docentes da Área de Ciências da Natureza (Matemática, Ciências, Química, Física e Biologia) no qual tinha como objetivo a implementação do Currículo Básico Estadual que foi concluído em 2008 e que tinha como proposta diminuir a fragmentação dos saberes escolar. Para a atividade de controvérsia aplicada, foi utilizado o caderno “Construção de Hidrelétricas: Um Mal Necessário ou uma Decisão Arbitrária?”, o qual foi adaptado para uma atividade de controvérsia cujo tema era “A Construção de uma Usina Nuclear na Cidade de Petrópolis/RJ”. Essa proposta simulava uma possível construção de uma usina nuclear no atual espaço que corresponde ao patrimônio Histórico Cultural denominado Palácio de Cristal. Para dar início à atividade, foi simulada uma notícia que havia sido publicada no jornal local que convocava atores sociais para uma audiência pública na qual seria discutida a problemática apresentada. O objetivo dessa audiência era discutir para uma tomada de decisão acerca da construção ou não da usina na cidade, no espaço do Palácio de Cristal.

A atividade foi aplicada em uma turma (com dezessete alunos) do segundo ano do ensino médio de uma escola que vamos chamar de E. Foram utilizadas, para a atividade nessa turma, três aulas com duração de cinquenta minutos cada, sendo a primeira em uma semana e as outras duas na semana subsequente.

O primeiro tempo de aula foi dividido em dois em momentos: no primeiro momento, foi dada uma explicação aos alunos do que era a atividade de controvérsia, enquanto que no outro foi realizada a entrega de materiais que seriam utilizados por eles e a divisão em grupos (de atores sociais) entre os mesmos para a realização da atividade.

Durante a explicação, muitos alunos demonstraram desconhecer tanto o significado da palavra controvérsia quanto sua estruturação. Já outros alunos, após uma explicação sobre o que era uma atividade de controvérsia, ainda demonstravam dúvidas do que se tratava tal atividade, confundindo-a com um júri simulado que de acordo com Vieira e Melo (2014): “as pessoas engajadas devem ser separadas em grupos a favor, contra e juízes, em uma discussão sobre um determinado tópico ou questão, ou seja, em júris simulados, há atacantes, defensores e juízes de uma questão em discussão” (p. 204). Após ter sido dado um exemplo sobre uma possível atividade de controvérsia, utilizando o tema Aquecimento Global, as dúvidas desapareceram.

Na entrega dos materiais, foi solicitado que os alunos preenchessem um questionário a fim de ser observado se suas posições permaneceram ou se modificaram após a realização da controvérsia. Esse questionário foi uma adaptação do Questionário da Técnica de Controvérsia Tecnocientífica (Impactos socioambientais na construção de usinas nucleares) do próprio caderno temático. Cada ator social também recebeu uma ficha para que pudesse escrever argumentos e defesas no momento em que posicionamentos distintos fossem apresentados.

A controvérsia na sala de aula

A atividade de controvérsia foi dividida nos seguintes atores sociais: Ator social 1 – Gestor Público; Ator social 2 – Consórcio de Empresa Energética; Ator social 3 – Ambientalistas; Ator social 4 – Representantes da Sociedade Civil Organizada; Ator social 5 – Mediadores; Ator social 6 – CTC (Comitê Técnico Científico).

O ator Gestor público teve o papel de representar os membros da prefeitura da cidade enquanto que a empresa privada foi representada pelo Consórcio de Empresa Energética. Já o Ambientalistas tiveram como foco os interesses em questões como preservação da fauna e da flora, além da preservação histórica do patrimônio público local. A população da cidade foi constituída pelo Representantes da Sociedade Civil enquanto que o CTC procurou espelhar a figura da Ciência na controvérsia da usina. O Mediadores foi responsável por organizar a controvérsia, como por exemplo, o funcionamento da primeira e segunda sessões.

Com exceção do ator social 6 (CTC) que foi composto por dois alunos, todos os outros atores sociais foram compostos por três alunos.

A construção da atividade da controvérsia (Instalação da Usina Nuclear em Petrópolis) ocorrida na escola E, pode ser dividida em três ações e oito operações. As ações foram às seguintes: Introdução à controvérsia, Entrega dos materiais e Realização da controvérsia na turma. Já as operações foram: O que é?, Exemplos, Separação em grupos, Distribuição, Leitura, Apresentação de regras, Primeira sessão e Segunda sessão. As ações e operações citadas foram esquematizadas na figura 2.

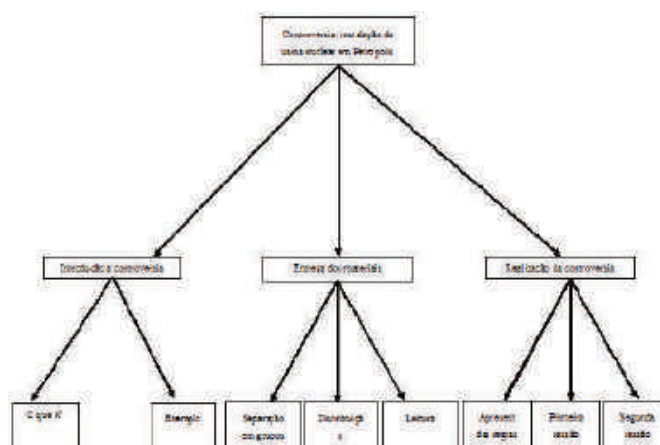


Figura 2: Esquema da estrutura da atividade de construção da usina nuclear em Petrópolis.

Discussões e resultados

Percebemos que os enunciados/enunciações produzidos na controvérsia foram resultantes da estruturação da atividade no que se refere aos processos de ação e operação representada na figura 2. Observamos os sujeitos expressaram suas respostas iniciais a partir do questionário, podendo ser as mesmas originárias de pesquisas prévias dos sujeitos durante a operação leitura. Ao final da Atividade, alguns alunos mantiveram suas respostas enquanto outros ressignificaram-nas. Optamos por expor as seguintes respostas de um dos alunos (Ambientalista) da controvérsia referente à seguinte pergunta: “Quais os impactos sociais e ambientais em uma cidade quando há a construção de uma usina nuclear?”

ANTES: “Dependendo do lugar que será construído, poderá destruir monumentos históricos. Caso ocorra um vazamento, os desastres são enormes”.

DEPOIS: “A fauna e a flora também sofrem e as pessoas precisam ser realocadas dependendo do local da construção da usina”.

A própria característica de que as formas verbais carregam como mediadoras da atividade humana, produzidas pelos locutores e interlocutores, nos possibilitaram interpretar a controvérsia conforme foi descrito. Devemos compreender que Bakhtin/ Voloshinov (1999) não interpreta a língua como um sistema de formas normativas, no qual é utilizado pela consciência subjetiva do locutor, mas que esse sistema é apenas o modo de interpretação da língua, manifestada como a consciência individual, situada num recorte histórico.

As ações realizadas de modo individual, pelo professor, na ação de Introdução à Controvérsia e Entrega de Materiais seria completamente destituída de sentido (LEONTIEV, 1986) caso não houvesse um resgate do mesmo e que o conectasse suas ações aos demais membros participantes da atividade de controvérsia (alunos) sendo que a própria relação entre os alunos estabelece a noção de colaboração, dando significado às ações dos sujeitos na atividade de controvérsia.

Considerações Finais

Essa pesquisa nos mostra que a aplicação da Técnica de Controvérsia Controlada estabelecida através da cultura CTS, contribui para tomada de decisões que a sociedade tanto exige à medida que nos permite uma organização dos nossos conhecimentos através do desenvolvimento de competências sociais. Percebe-se que a participação dos alunos na atividade de controvérsia realizada na sala de aula, experimenta uma efetiva inserção social nas decisões Tecnocientíficas mesmo que de forma simulada e controlada. Entretanto essa abordagem CTS não apenas modifica abrindo caminhos aos jovens através de novas percepções sobre a Ciência no que se refere à responsabilidade social por ela exigida além de mudança do pensamento e atitude frente aos problemas que surgem através da ciência. Ela é capaz de conduzir a uma nova realidade e percepção sobre os aspectos ideológicos que a ciência carrega, tendo em vista as diferentes vozes no discurso. Neste sentido fica em destaque que a ciência não possui neutralidade e que os interesses que a direcionam são diversos, exigindo permanente debate entre a sociedade.

Referências

BAKHTIN, M. M. Os Gêneros do Discurso. (Organização, tradução, posfácio e notas Paulo Bezerra, notas da edição russa Serguei Botcharov), 1ª ed., São Paulo: Editora 34, 2016, 176p.

BAKHTIN, M./VOLOSHINOV. Marxismo e filosofia da linguagem. Trad. Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 1999.

CAMILLO, J. Experiências em contexto: a experimentação numa perspectiva sócio-histórico-cultural. 175f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências-modalidade Física). Instituto de Física/Faculdade de Educação-Universidade de São Paulo, 2011.

CRHISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino. Documentos de trabajo de Iberciencia, n. 4 diseño asenmac, ISBN: 978-84-7666-247-2

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: O ser humano na psicologia de A.N. Leontiev. Cad. Cedes, Campinas, v.24, n.62, 2004.

GHEDIN, E., FRANCO, M. E. S. Questões de método na construção da pesquisa em educação. 2a Ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

LEONTIEV, A. O desenvolvimento do psiquismo. Editora Moraes, 1978.

LEONTIEV, A. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOSTIKI, L.S., LURIA, A.R, LEONTIEV, A. N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo: Ícone Editora, 1986.

LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

RAMOS, M. B., & SILVA, H. C. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VI Enpec, Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

TEIXEIRA, F. M. É possível argumentação sem controvérsia? Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) [online]. 2015, vol.17, n.spe, pp.187-203. ISSN 1415-2150. [http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s10.?](http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s10.)

VIEIRA, R.; MELO, V.; BERNARDO, J. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do “gato”. Revista Ensaio, v. 16, n. 03, p. 203-225, 2014.

AS NOTAS EM CIÊNCIAS NATURAIS E A DESIGUALDADE SOCIOESPACIAL NA CIDADE DE SÃO PAULO: ESTUDO INTRODUTÓRIO

GRADES IN NATURAL SCIENCES AND A SOCIO-SPACE INEQUALITY IN THE CITY OF SÃO PAULO: INTRODUCTORY STUDY

Felipe Muneratto¹, Graciella Watanabe²

¹Universidade Federal do ABC/Centro de Ciências Naturais e Humanas,
felipe.muneratto@aluno.ufabc.edu.br

²Universidade Federal do ABC/Centro de Ciências Naturais e Humanas,
graciella.watanabe@ufabc.edu.br

Resumo

As desigualdades socioespaciais estão intrinsecamente relacionadas a formação do território paulistano. Sendo assim, este trabalho pretende discutir em que medida há (ou não) um impacto das notas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) 2018 em Ciências da Natureza e suas Tecnologias nestes espaços socialmente hierarquizados. Neste sentido, como seria a geoespacialização de tais notas no município de São Paulo? Haveria um conjunto de variáveis que preditariam um range de nota? Quais escolas públicas superaram o desvio padrão? Para isto utilizou-se de ferramentas de geoprocessamento com o software QGIS e de estatísticas com o Alteryx. Dos resultados depreende-se que as menores pontuações médias em Ciências estavam em distritos periféricos do município. Não obstante, o modelo de regressão indicou que notas menores ou iguais a 587,22 (que representa média geral com um desvio padrão) puderam ser preditas em 95% dos casos a partir de variáveis socioeconômicas, escolar e territorial, como por exemplo, ocupação profissional e escolaridade dos responsáveis, renda familiar, tipo de gestão administrativa da escola de origem e mortalidade infantil do distrito. Nesta perspectiva observa-se uma contribuição e influência de aspectos econômicos e sociais e, à luz de Pierre Bourdieu, de um capital familiar, cultural e econômico, para as notas em Ciências dos dados analisados.

Palavras-chave: Ciência. Desigualdade. Enem.

Abstract

Socio-spatial inequalities are intrinsically related to the formation of the São Paulo territory. Therefore, this paper intends to argue what extent (or not) an impact on the grades of the National High School Exam (Enem) 2018 in Natural Sciences and its Technologies in these socially hierarchical social spaces. In this case, what would the geospatialization of such grades looks like in the city of São Paulo? Does it have a set of variables that premeditated a grade interval? Which public schools have exceeded or standard deviation? To use geoprocessing tools with QGIS software and statistics with Alteryx. The results are presented as lower media scores in Sciences, located in peripheral districts of the municipality. Nevertheless, the regression model indicates that grades less than or equal to 587.22 (which represent a general average with a standard pattern) can be displayed in 95% of cases based

on socioeconomic, school and territorial variables, such as example, professional and education of the parents (or responsible for participant), household income, type of administrative management of the school of origin and infant mortality in the district. In this perspective, observe a contribution and influence of the economic and social aspects and, according to theoretical construct Pierre Bourdieu, a family, cultural and economic capital, for the grades in Sciences of the analyzed data.

Keywords: Science. Inequality. Enem

Introdução

As políticas democráticas, sob o ponto de vista de suas dimensões conceituais, buscam a justa oportunidade e liberdade para tomada de decisão por seus cidadãos em quaisquer circunstâncias de vida. Neste sentido, aspectos das desigualdades social e educacional precisam estar em discussão, de tal forma que sejam um meio para o desdobramento da luta para a construção de uma sociedade justa (MENDONÇA, 2012). Nesta construção, debruça-se sobre o ato de saber Ciências Naturais, considerando-o como uma inflexão para decisões de ordem política, econômica e social, viabilizando a participação social (ou não) de determinados grupos nos questionamentos e criticidade sobre problemas da atualidade. Soma-se a isto, o interesse às Ciências Naturais ou o seu desinteresse, que aliás se correlaciona com a disponibilidade de recursos econômicos, sociais e política governamentais aplicadas ao contexto dos discentes. (OCDE, 2015). O que dialoga na explicação das disparidades da desigualdade educacional, a qual para retratá-la é também necessária uma explicação multivariada (JACOB & HOLSINGER, 2008).

Disparidade, aliás, é uma das palavras que pode definir o tecido social brasileiro. Sob este enfoque, evidencia-se a desigualdade de renda entre homens e mulheres, brancos e negros, bem como na desigual oferta de serviços essenciais como acesso à energia, à água e esgoto encanado e demais relacionados a infraestrutura habitacional (OXFAM, 2017). Tais discrepâncias também podem ser interpretadas apoiadas no indicador Gini e IDH, os quais permitem ter um panorama do Brasil no cenário mundial quanto à concentração de renda e na tríade renda-saúde-educação, respectivamente. Nesta perspectiva, de 189 países, o Brasil configura a posição de sétimo mais desigual em concentração de renda e ocupa a classificação 102^o para o IDH quando ponderado pela desigualdade (PNUD, 2019) evidenciando o quão desigual ele é.

Frente a tal cenário é pertinente refletir sobre a dinâmica da desigualdade no território. Neste sentido as desigualdades socioespaciais, a qual é compreendida como um processo de expansão urbana capitalista que contribuiu (e ainda contribui) para a perpetuação da desigualdade social (RODRIGUES, 2007), pode elucidar numa primeira reflexão, conexão com a educação em Ciências.

Disto, pois, cabe situar o processo de urbanização nas regiões metropolitanas, a qual o município de São Paulo faz parte, como um processo de desigualdade socioespacial apresentando expansão de áreas periféricas nos anos 70 e 80, com caracterização de uma pobreza homogênea e uma configuração de segregação espacial e ambiental conforme discutido por Maricato (2003)

A segregação urbana ou ambiental é uma das faces mais importantes da desigualdade social e parte promotora da mesma. À dificuldade de acesso aos serviços e infra-estrutura urbanos (transporte precário, saneamento

deficiente, drenagem inexistente, dificuldade de abastecimento, difícil acesso aos serviços de saúde, educação e creches, maior exposição à ocorrência de enchentes e desmoronamentos etc.) somam-se menos oportunidades de emprego (particularmente do emprego formal), menos oportunidades de profissionalização, maior exposição à violência (marginal ou policial), discriminação racial, discriminação contra mulheres e crianças, difícil acesso à justiça oficial, difícil acesso ao lazer. A lista é interminável. (Maricato, p. 152, 2003).

Estudos da Rede Nossa São Paulo (2019) ilustra o quão díspares são os distritos do município de São Paulo, seja no tocante, por exemplo, à taxa de emprego, disponibilidade de equipamentos culturais públicos, gravidez na adolescência ou idade média a morrer, que aliás pode variar de 80,6 anos a 57,3 anos, do melhor ao pior distrito, respectivamente, para este indicador. De forma análoga, quando é observado as desigualdades educacionais na cidade de São Paulo, seus destinos são influenciados pelas condições de existência, seja ao que se refere a renda, habitação e escolaridade (PEROSA, LEBARON e LEITE, 2015). Aliás, conforme estudos de Marcom e Kleinke (2017), há impactos de desempenho em Ciências a depender do gênero e status socioeconômico, ao considerarmos os participantes no Exame Nacional Ensino Médio (Enem) de 2014.

Nesta perspectiva, como seria a distribuição de pontuações em Ciências da Natureza do Exame Nacional Ensino Médio no município de São Paulo? Isto é, a luz de Pierre Bourdieu (2007a), qual seria o espaço social dos agentes distribuídos geograficamente e socialmente hierarquizado? Haveria um conjunto de variáveis capaz de predir um range de notas? Quais seriam as escolas públicas com melhores pontuações? Ademais, pode-se conceber o Enem como uma possibilidade de entrada em Universidades públicas federais ou em privadas a partir de programas federais de bolsas de estudo e, portanto, compreendido como um instrumento de possibilidades e é nesta perspectiva que o Enem é partilhado neste trabalho.

Diante desta realidade faz-se reflexões quanto a localização das escolas e às desigualdades a ela imposta inerentemente, e como a comunidade escolar e o setor público podem ter ação estratégica para a não reprodução das desigualdades, caso contrário a escola contribuiria na legitimação às desigualdades sociais sancionando uma herança cultural e social tratado como um dom natural (BOURDIEU, 2007b).

Para tanto, numa primeira reflexão e tentativa, este estudo introdutório pretende contribuir no debate sobre as desigualdades socioespaciais articuladas ao desempenho dos agentes sociais em Ciências Naturais no Enem de 2018, tendo como análise a cidade de São Paulo. Com certas limitações, mas de forma dialógica aos estudos de Spazziani (2019) em que uma das conclusões foi o impacto da escolaridade da mãe e o sexo dos candidatos em Ciências e itens de Física, ou as de Nascimento (2019) depreendendo que o volume de capital cultural e econômico favorecem um desempenho bom ou ótimo no Enem, este trabalho torna-se complementar por priorizar a relação do desempenho em Ciências no Enem com a geoespacialização das notas.

Sendo assim, busca-se mapear a distribuição média de notas em Ciências Naturais pelo território paulistano; Sinalizar as diferenças de pontuações por tipo de dependência administrativa escolar; Investigar se de posse de algumas variáveis como as relacionadas aos distritos e do participante, seria possível predir um

range de notas; e identificar quais escolas públicas superam pontuações acima do desvio padrão.

Metodologia de pesquisa e análise dos dados.

Para apresentar o carácter multidimensional dos indivíduos faz-se necessário de um conjunto de informações para compreensão numa representação e fundamentação de espaço social de Bourdieu (ROUANET; ACKERMAN; LE ROUX, 1998). Neste sentido, a metodologia quantitativa contribui para tais análises, além de contribuir no campo Educação, haja visto que conforme Gatti (2004) eram poucas as pesquisas que faziam seu uso.

Na realização deste estudo fez-se uso dos microdados do Enem 2018 disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Como o interesse concentrava-se no município de São Paulo, realizou-se um tratamento nos dados para que houvesse apenas análises de participantes que tinham correlação com alguma escola sediada na cidade, resultando numa população de 76.500 participantes aptos para a análise.

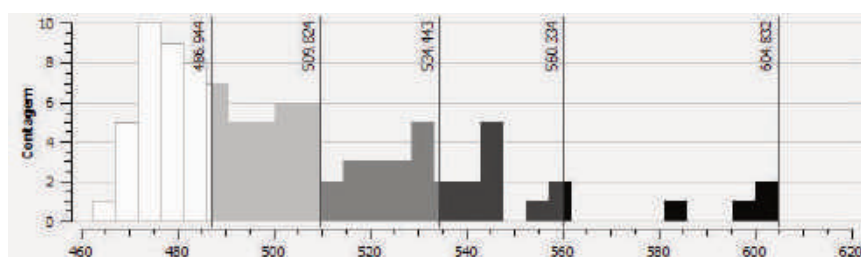
Os dados passaram por um processo de enriquecimento, os quais foram associados a um distrito de São Paulo conforme endereçamento da escola disponibilizados no Catálogo de Escolas do INEP (2019) bem como sua vinculação via geoprocessamento. Adicionalmente, houve um incremento à base de dados ao que tange à alguns indicadores distritais paulistanos conforme publicação da Rede Nossa São Paulo (2019). Para tanto, tais operacionalizações foram realizadas com o software open source QGIS 3.10.1 e do Alteryx Designer 2019.

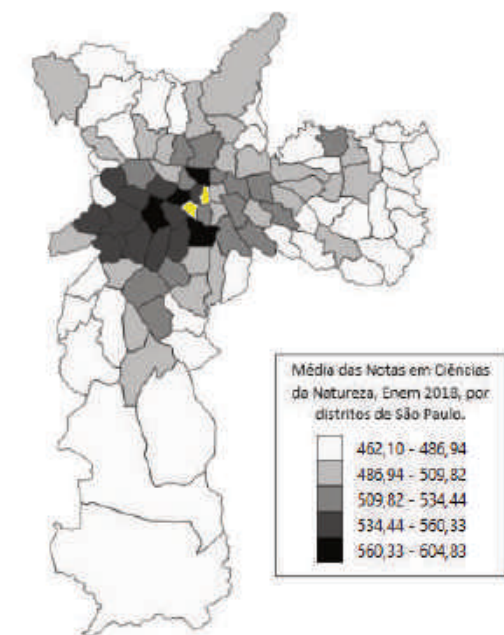
Espacialização das notas médias em Ciências Naturais nos distritos do município de São Paulo

Dispondo da base de dados com as condições de interesse, foi possível realizar a média das notas em Ciências Naturais do Enem 2018 por distrito de São Paulo. Para tanto, dos 76.500 participantes elegíveis, 58.915 eram aptos para realização da análise das médias uma vez que estavam presentes nos dois dias de provas. Os demais 17.585 eram participantes que se ausentaram em pelo menos um dia de prova ou foram eliminados e por isso, neste estudo não foram analisados.

A figura 1 ilustra a territorialização das notas, as quais foram classificadas pelo algoritmo de Jenks. Tal tipo de classificação mostra-se relevante, pois o agrupamento é realizado de forma a maximizar a variância entre os grupos de notas distintos e minimizar a variância intra-grupo. Os dois distritos em amarelo, não apresentaram dados para análise.

Figura 1: Geoespacialização das notas médias em Ciências Naturais, Enem 2018, por distritos do município de São Paulo.





Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

Numa primeira percepção, observa-se que as regiões periféricas da cidade são as de menores médias em Ciências da Natureza, assim como numa característica de formação do município, isto é, atrelado a desigualdade socioespacial de expansão capitalista (MARICATO, 2003). Destaca-se com melhores médias os distritos Vila Mariana, Pinheiros, Consolação, Bom Retiro e Jardim Paulista. Vale situar que Pinheiros e Consolação não obtiveram representatividade de escolas estaduais.

O que os une: uma pontuação preditiva

Considerando as pontuações em Ciências da Natureza, haveria um conjunto de variáveis que seriam preditoras para um participante obter uma nota menor ou igual a 587,22 em São Paulo? Em consonância a tal investigação, fez-se uso de modelo de regressão logística que a partir de conjunto possível de variáveis explicativas, objetiva modelar uma variável resposta do tipo binária, que neste estudo é “Pontuação inferior ou igual 587,22” ou “Pontuação superior a 587,22” em Ciências da Natureza na cidade de São Paulo.

O resultado da modelagem apresentou-se como satisfatório indicando uma precisão de 0,95, isto é, baseado nas variáveis indicadas, o modelo previu 95% de acerto na identificação de participantes com nota menor ou igual a 587,22. Outro teste de validação adotada para a regressão logística foi a curva ROC, disponibilizado no anexo B. Complementarmente, foi analisado o gráfico *Residuals x Leverage* para verificar a qualidade do modelo e estimar uma possível influência de eliminação de determinada observação. A análise gráfica demonstrou afastamento da linha de Cook e concentração das observações no nível zero, ratificando a qualidade da modelagem (gráfico disponibilizado no anexo C).

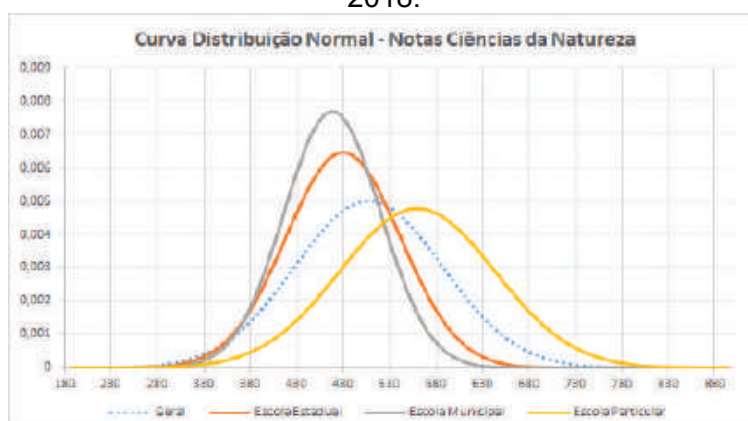
Ao que tange às variáveis preditoras, a modelagem processou com 53 variáveis que representavam três eixos: as de aspectos territoriais, a do ambiente escolar e as socioeconômicas. Destas, 27 variáveis apresentaram-se como significativas (anexo A) para obtenção de pontuações abaixo de 587,22. Destaca-se

para o tipo de escola de origem, renda familiar, mortalidade infantil e taxa de matrículas em escolas públicas do distrito, por exemplo.

Mapeamento das escolas públicas que superam o desvio padrão

A partir da população de 58.915, fez-se a média e desvio padrão para cada tipo de dependência administrativa, salvo para a categorizada como Federativa, haja visto sua baixa representatividade, com 8 participantes. Sendo assim, categorizou-se os dados em escolas estaduais, municipais e particulares conforme ilustra a figura 2.

Figura 2: Curva de distribuição normal das notas médias em Ciências da Natureza, Enem 2018.



	Geral	Escola Estadual	Escola Municipal	Escola Particular
Média Ciências da Natureza	507,57	480,14	468,47	560,00
Desvio padrão σ	79,65	61,70	51,98	83,65

Fonte: Elaboração dos autores a partir dos microdados Enem 2018.

Ao que tange a estratificação das notas por dependência administrativa escolar, optou-se por não realizar sua geoespacialização, mas sinalizar suas médias e desvio padrão. Ainda que haja divergências (inclusive de objetividade) entre as provas de Ciências da Natureza do Enem e a do PISA (2015), numa tendência neoliberal de massividade da avaliação, há uma dialética em que escolas particulares tendem a terem melhor desempenho neste tipo de prova do que as estaduais. Todavia ressalta-se o elevado desvio padrão da gestão particular se comparado à estadual ou a pública, indicando o quão disperso são suas notas.

Como a média, exclusivamente dos participantes associados à escola estadual foi de 480,14 ($\sigma = 61,70$), verificou-se quais instituições públicas ultrapassaram a pontuação de 541,84. Obteve-se como resultado 23 escolas, as quais totalizavam 2.317 participantes associados a elas. Destas, 17 escolas eram Escolas Técnicas Estaduais (ETEC) em que, embora sejam públicas, seu acesso é realizado por meio de um processo seletivo e oferecem Ensino Médio e Técnico. Tais instituições possuem peculiaridades específicas, tanto de gestão pública quanto de investimento, haja visto que é gerida por uma autarquia estadual, o Centro Paula e Souza. As outras 5 escolas eram públicas estaduais regulares, mas sendo 4 delas com apenas um discente participante e a outra com dois. Portanto deve-se ser interpretado como uma pontuação praticamente individual. De forma análoga,

considerando a população selecionada (de 58.915) em que a média geral dos participantes das notas em Ciências Naturais foi de 507,57 ($\sigma = 79,65$), identificou-se, exclusivamente, quais escolas públicas tinham uma média maior que 587,22, superando assim o desvio padrão. Para este cenário há 3 escolas públicas, sendo uma ETEC (com 162 alunos participantes) com média 604,10 e duas escolas com apenas um aluno participante, com média 588,30 e 640,00.

Conclusão

Neste sentido há um aspecto relacional e dialógico com o construto teórico de Pierre Bourdieu evidenciando o capital cultural e econômico familiar que num conjunto de disposições influencia na nota em Ciências da Natureza no Enem 2018. Ainda que a pontuação seja apenas um indicador sobre um rendimento, por vezes questionáveis devidamente, por outro lado pode ser uma primeira oportunidade de refletir sobre a oportunização de tais participantes se sentirem parte da Ciência e sua hierarquização, como numa representação simbólica de um recurso escasso. Isto é, possuir um conjunto de propriedades homólogas ao campo das Ciências Naturais, como num habitus particular em que a origem social e familiar é intrínseca a tais disposições direcionadas (BOURDIEU, 2004). Ademais, numa perspectiva macro, as características díspares dos distritos de São Paulo contribuiriam no reforço às condições diferentes de existência e, portanto, articula na produção do habitus gerador de práticas singulares entre si.

Com efeito e em concordância com Bourdieu (2007a) este trabalho não pretende se esgotar em tais observações, nem tão pouco reduzir tais dados em unicidade ou cerrado em si. Reconhece-se que a geoespacialização das notas bem como a utilização de ferramentas estatísticas não são suficientes para elucidação dos fatos e não excluem ou dispensa as relações sociológicas. Aliás, está na sociologia uma oportunidade de compreendermos os efeitos de tais relações, estatisticamente orientadas. Ressalta-se que, sendo este um estudo exploratório, os próximos passos é focalizar tais relações com o Ensino de Física, evidenciando exclusivamente as questões da Física, por exemplo.

Referências

- BOURDIEU, P. A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Eds.). **Escritos de educação**. Petrópolis: Vozes, ed. 9º. 2007b.
- BOURDIEU, P. **A distinção**: crítica social do julgamento. São Paulo: Edusp; Porto Alegre: Zouk, 2007a.
- BOURDIEU, P. **Para uma sociologia da Ciência**. Lisboa: Edições 70, ed. 1º, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Microdados Enem 2018**. Brasília: INEP, 2018. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/quest/microdados>. Acesso em: 26 out. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Catálogo de Escolas**. Brasília: INEP, 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/quest/dados/catalogo-de-escolas>. Acesso em: 27 out. 2019.

GATTI, B. A. Estudos quantitativos em Educação. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v.30, n.1, p. 11-30, jan./abr. 2004.

JACOB, W. J.; HOLSINGER, D. B. Inequality in Education: A Critical Analysis. In: Holsinger D.B.; Jacob W. J. (Eds). **Inequality in Education: Comparative and International Perspective**. Dordrecht: Springer, 2008. CERC Studies in Comparative Education v. 24, p. 1-33.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Gênero e status socioeconômico: reflexões sobre o desempenho dos candidatos na prova de Ciências da Natureza do Enem 2014. **Perspectiva Sociológica**, v. 19, p. 44-52, 2017.

MARCOM, G. S. **O ENEM, indicadores formativos e o Ensino de Física**. 2019. 139f.. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

MARICATO, E. MetrÓpole, legislação e desigualdade. **Estudos avançados** - 17 (48): São Paulo, p. 151-166, 2003. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9928>. Acesso em: 23 nov. 2019.

MENDONÇA, R. F.; Democracia e desigualdade: as contribuições da teoria do reconhecimento. **Revista Brasileira de Ciência Política**. Brasília, nº9. set./dez. 2012, p. 119-146.

NASCIMENTO, M. M. **O acesso ao ensino superior público brasileiro: um estudo quantitativo a partir dos microdados do Exame Nacional do Ensino Médio**. 2019. 292 f.. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

OECD. PISA 2015. **Resultados do PISA 2015 (Volume I): Excelência e equidade na educação**. Paris: OCDE, 2016. p. 109-114.

OXFAM. **A distância que nos une: um retrato das desigualdades brasileiras**. São Paulo, 2017. p. 34-35.

PEROSA, G. S.; LEBARON, F.; LEITE, C. K. S. O espaço das desigualdades educativas no município de São Paulo. **Pro-Posições**: Campinas, v. 26, n. 2 (77), p. 99-118, mai./ago. 2015.

REDE NOSSA SÃO PAULO. **Mapa da desigualdade 2019**. São Paulo: RNSP, 2019. Disponível em: https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Mapa_Desigualdade_2019_tabelas.pdf. Acesso em: 14 dez. 2019.

RODRIGUES, A. M. Desigualdades socioespaciais: a luta pelo direito à cidade. **Revista Cidades - UNESP**: Bauru, v. 4, n. 6, p. 73-88, 2007. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/viewFile/571/602>. Acesso em: 27 out. 2019.

ROUANET, H.; ACKERMAN, W.; LE ROUX, B. A análise geométrica de questionários: a lição de La Distinction de Bourdieu. **Sociologia - Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto**, Porto, v. 15, p. 43-52, 2005.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (PNUD). **Human Development Report 2019: Beyond income, beyond averages, beyond today - Inequalities in human development in the 21st century**. New York: PNUD, 2019.

Anexos

Anexo A – Tabela das variáveis significativas para a modelagem de regressão logística.

Variáveis significativas para o modelo regressão		Coef. Estimado	Std. Error	z-score	Pr(> z)
Aspectos territoriais (Distritos SP)	Mortalidade Infantil (Distrito)	-0.021367	0.004875	-4.38289	1e-05***
	Taxa Matrículas Ensino Público (Distrito)	0.017556	0.001109	15.83386	< 2.2e-16***
Ambiente escolar	Escola origem - Estadual	3.469733	0.846609	4.09839	4e-05***
	Escola origem - Municipal	5.076334	0.941203	5.39345	6.91e-08***
	Escola origem - Privada	2.230582	0.846655	2.63458	0.00842**
Socioeconômico	Escolaridade responsável (masculino): Ensino Superior	-0.548904	0.230071	-2.38580	0.01704*
	Escolaridade responsável (masculino): Pós Graduação	-0.622269	0.231692	-2.68575	0.00724**
	Ocupação profissional responsável (masculino): Grupo 2	-0.397183	0.202487	-1.96152	0.04982*
	Ocupação profissional responsável (masculino): Grupo 3	-0.520297	0.201830	-2.57790	0.00994**
	Ocupação profissional responsável (masculino): Grupo 4	-0.657265	0.201467	-3.26240	0.0011**
	Ocupação profissional responsável (masculino): Grupo 5	-0.612842	0.204166	-3.00169	0.00268**
	Ocupação profissional responsável (masculino): Não sei	-0.408144	0.205374	-1.98733	0.04689*
	Renda mensal familiar: Até R\$ 954,00	0.556985	0.161116	3.45704	0.00055***
	Renda mensal familiar: De R\$ 954,01 até R\$ 1.431,00	0.435918	0.142290	3.06359	0.00219**
	Renda mensal familiar: De R\$ 4.770,01 até R\$ 5.724,00.	-0.334448	0.141431	-2.36475	0.01804*
	Renda mensal familiar: De R\$ 5.724,01 até R\$ 6.678,00.	-0.425702	0.144377	-2.94855	0.00319**
	Renda mensal familiar: De R\$ 6.678,01 até R\$ 7.632,00	-0.608769	0.148256	-4.10621	4e-05***
	Renda mensal familiar: De R\$ 7.632,01 até R\$ 8.586,00	-0.568294	0.150135	-3.78521	0.00015***
	Renda mensal familiar: De R\$ 8.586,01 até R\$ 9.540,00	-0.547267	0.150784	-3.62948	0.00028***
	Renda mensal familiar: De R\$ 9.540,01 até R\$ 11.448,00	-0.752321	0.145022	-5.18764	2.12e-07***
	Renda mensal familiar: De R\$ 11.448,01 até R\$ 14.310,00	-0.803923	0.147366	-5.45527	4.88e-08***
	Renda mensal familiar: De R\$ 14.310,01 até R\$ 19.080,00	-0.756673	0.147946	-5.11451	3.14e-07***
	Renda mensal familiar: Mais de R\$ 19.080,00	-0.814902	0.144170	-5.65236	1.58e-08***
	Cor/Raça: Branca	0.184314	0.088535	2.08182	0.03736*
	Cor/Raça: Preta	0.562126	0.104490	5.37972	7.46e-08***
Cor/Raça: Parda	0.403462	0.092919	4.34209	1e-05***	
Cor/Raça: Amarela	-0.430368	0.104025	-4.13718	4e-05***	

Variáveis preditoras		LR Chi-Sq	Pr(>Chi-Sq)
Aspectos territoriais (Distritos SP)	Matrículas em escola pública (1V)	246.404	< 2.2e-16
	Mortalidade infantil (1V)	19.098	1e-05
	Idade média ao morrer (1V)	1.204	0.27249
	Gravidez na adolescência (1V)	1.025	0.31138
	Presença de favelas (1V)	0.033	0.85511
Ambiente escolar	Dependência administrativa da escola (3V)	1385.775	< 2.2e-16
Socioeconômico	Renda mensal familiar (16V)	446.414	< 2.2e-16
	Cor/Raça do participante (5V)	199.881	< 2.2e-16
	Escolaridade do responsável – masculino (7V)	93.314	< 2.2e-16
	Escolaridade do responsável – feminina (7V)	52.182	5.37e-09
	Ocupação profissional responsável – masculino (5V)	44.621	1.73e-08
Ocupação profissional responsável – feminino (5V)	19.742	0.0014	

Subgrupos das 53 variáveis (53V) da modelagem em regressão logística.

Legenda: O z-score permite inferir o quão a variável é significativa e não segue o comportamento esperado, portanto não pode ser interpretado como parte do acaso ou aleatório. A título de exemplificação, para um nível de confiança em 95%, z-score segue $\pm 1,96$ e com p-valores ($\Pr(>|z|)$) de probabilidade maior que 0,05. Se z-score for maior que $\pm 1,96$, então $\Pr(>|z|)$ são menores que 0,05 e é o que ilustra anexo.

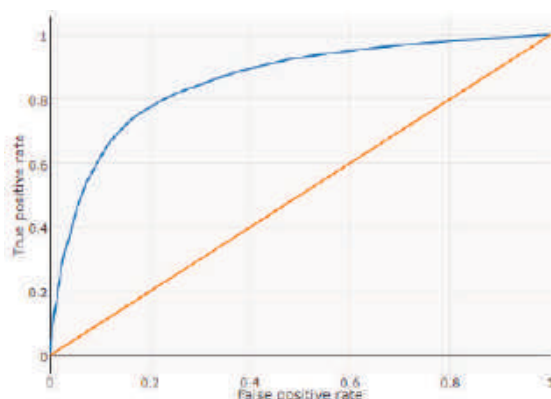
Grupo 2: Diarista, empregado doméstico, cuidador de idosos, babá, cozinheiro (em casas particulares), motorista particular, jardineiro, faxineiro de empresas e prédios, vigilante, porteiro, carteiro, office-boy, vendedor, caixa, atendente de loja, auxiliar administrativo, recepcionista, servente de pedreiro, repositor de mercadoria.

Grupo 3: Padeiro, cozinheiro industrial ou em restaurantes, sapateiro, costureiro, joalheiro, torneiro mecânico, operador de máquinas, soldador, operário de fábrica, trabalhador da mineração, pedreiro, pintor, eletricista, encanador, motorista, caminhoneiro, taxista.

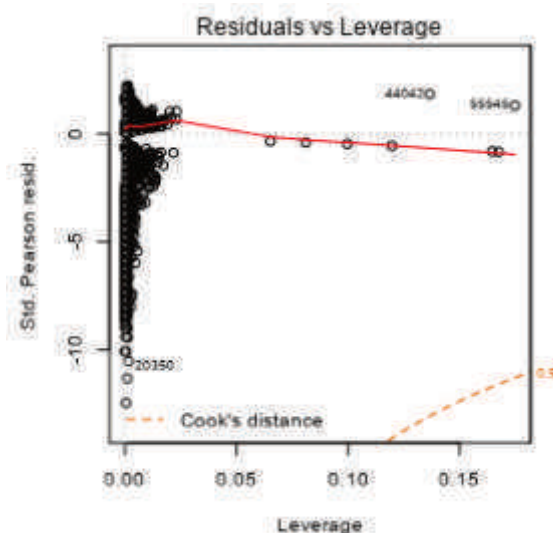
Grupo 4: Professor (de ensino fundamental ou médio, idioma, música, artes etc.), técnico (de enfermagem, contabilidade, eletrônica etc.), policial, militar de baixa patente (soldado, cabo, sargento), corretor de imóveis, supervisor, gerente, mestre de obras, pastor, microempresário (proprietário de empresa com menos de 10 empregados), pequeno comerciante, pequeno proprietário de terras, trabalhador autônomo ou por conta própria.

Grupo 5: Médico, engenheiro, dentista, psicólogo, economista, advogado, juiz, promotor, defensor, delegado, tenente, capitão, coronel, professor universitário, diretor em empresas públicas ou privadas, político, proprietário de empresas com mais de 10 empregados.

Anexo B - Gráfico ROC da regressão logística



Anexo C - Gráfico Residual x Leverage



ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DA EMEF JOSÉ BESSA – BEBERIBE – CE, SOBRE A OBA NO PERÍODO DE 2014 A 2019: ESTUDO DE CASO.

STATISTICAL ANALYSIS OF THE PERCEPTION OF STUDENTS OF EMEF JOSÉ BESSA - BEBERIBE - CE FUNDAMENTAL EDUCATION, ON OBA IN THE PERIOD 1998 TO 2019: CASE STUDY.

Marília de Queiroz Sena¹, Rafael Castelo Guedes Martins², Erlania Lima de Oliveira³

^{1,2,3} Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA/RN, profmariliasena@gmail.com

Resumo

A Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) surgiu com o objetivo do desenvolvimento da ciência com o intuito de motivar os estudantes o interesse sobre o tema. O objetivo central desse estudo de caso é investigar estatisticamente a percepção dos alunos sobre a prova da OBA, verificando as possíveis dificuldades enfrentadas pelos mesmos durante o processo de participação na Olimpíada. Este trabalho apresenta uma análise da participação da escola desde o ano de 2014 até 2019 e um estudo de caso através da aplicação de um questionário de opinião com os alunos do nível II (4º e 5º ano), da Escola Municipal de Ensino Fundamental José Bessa (Beberibe – CE), que participaram da Olimpíada no ano de 2019. Após esse levantamento realizamos um estudo diagnóstico da prova aplicada na escola procurando identificar as dificuldades dos estudantes. Com base nos dados coletados os resultados apontam que os estudantes apresentam dificuldade na resolução de algumas questões da prova.

Palavras-chave: Astronomia, OBA, Ensino, Lúdico.

Abstract

The Brazilian Astronomy and Astronautics Olympiad (OBA) emerged with the objective of developing science in order to motivate students to interest in the topic. The central objective of this case study is to statistically investigate the students' perception of the OBA test, verifying the possible difficulties faced by them during the process of participating in the Olympics. This work presents an analysis of the school's participation from the year 2014 to 2019 and a case study through the application of an opinion questionnaire with the students of the level II (4th and 5th year), of the Municipal School of Basic Education José Bessa (Beberibe - CE), who participated in the Olympics in 2019. After this survey, we carried out a diagnostic study of the test applied in the school, seeking to identify the students' difficulties. Based on the data collected, the results indicate that students have difficulty in solving some test questions.

Keywords: Astronomy, OBA, Teaching, Playful.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem-se pensado em educação num sentido mais amplo, não limitando o processo apenas ao espaço escolar tradicional ou ao tempo de escolaridade pré-determinados (educação básica e superior). Segundo Sá (2009), a educação deve transcender o espaço e o tempo, tornando-se uma permanente busca pela melhoria de vida dos indivíduos e da sociedade.

Astronomia é uma área da ciência que inicialmente pode ser ensinada para crianças a partir de uma simples observação do céu, surgindo em cada aluno a curiosidade e o prazer pelo descobri. Segundo Pellenz (2014) a Astronomia é o estudo dos corpos celestes, sua origem, composição, forma e movimentos, dentre outros aspectos. Também tem a finalidade de compreender a estrutura, a formação e o desenvolvimento do Universo. A Astronomia é apontada por Mees e Steffani (2005) como tema motivador do Ensino de Física no Ensino Fundamental.

Conforme sugerido pelos PCN's, os conteúdos de Astronomia entrariam definitivamente no eixo temático "Terra e Universo", que se faz presente a partir do terceiro ciclo (6º e 7º ano), mas entende-se que esse eixo poderia estar presente no primeiro e segundo ciclo (BRASIL, 1998), fator esse que de certa forma, prejudica o alunado frente à percepção da tamanha importância desses conhecimentos para os resultados que serão obtidos durante a realização da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica nas escolas.

O presente trabalho apresenta uma análise estatística da participação da EMEF José Bessa na Olimpíada desde a sua primeira participação até a última que ocorreu em 2019, acompanhado de um estudo de caso da percepção dos alunos regularmente matriculados na EMEF José Bessa do nível II, participantes da OBA em 2019 em conjunto com um questionário de opinião sobre a prova da OBA. O objetivo deste trabalho é conhecer os índices de participação da escola na Olimpíada, bem como notas, medalhas e identificar as dificuldades dos alunos em relação aos conteúdos básicos de Astronomia e Astronáutica abordados pela OBA.

REFERENCIAL TEÓRICO

A partir do século XIX nos Estados Unidos e na Europa o ensino de Ciências começou a se desenvolver. Novas metodologias de ensino surgiram no decorrer dos anos, como por exemplo, a experimentação e investigação, onde o aluno passa a ser o instrumento essencial para o processo da construção do seu próprio conhecimento.

Ensino de Astronomia

Nossos alunos podem desfrutar desse fascínio em dois espaços: no modo formal, onde os alunos recebem os conhecimentos estabelecidos pelo currículo de Ciências em sala de aula, dentro das próprias escolas e pelo modo não formal o conhecimento pode acontecer em espaços como teatros, museus, planetários e etc. Para Gohn (2006, p. 3) "[...] a educação formal é aquela desenvolvida nas escolas, com conteúdos previamente demarcados". Já a educação não formal ou informal, é demarcada pela autora "[...] como aquela que os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização - na família, bairro, clube, amigos etc., carregada de valores e culturas próprias, de pertencimento e sentimentos herdados" (GOHN, 2006, p. 3).

De modo geral o processo de ensino em Astronomia na maioria das vezes se dá no espaço formal, com isso baseado nos Parâmetros Curricular Nacional (PCN) propõem-se no ensino fundamental anos iniciais que “seja priorizada a compreensão da natureza como um processo dinâmico em relação à sociedade, atuando como agente transformador, além de um forte conhecimento histórico do processo.” (MEC 1998, p.138).

No modo não formal o ensino de Astronomia se torna por várias vezes impossível, devido a diversos fatores, como, por exemplo, a falta de recursos para fazer o traslado dos alunos até um espaço de aprendizagem não formal, como também a falta de estrutura em alguns estabelecimentos.

As orientações estabelecidas pelos eixos temáticos dos PCN's não condiz com o que o aluno realmente deveria saber sobre essa Ciência, eles apresentam apenas o mínimo do que precisam.

“Muitos assuntos estudados em Ciências, no ensino fundamental, são revistos e aprofundados no ensino médio, em Física, Química e Biologia. Porém, a Astronomia que também possui elevada importância, juntamente com as demais disciplinas, não é trabalhada no ensino médio, demonstrando a existência de uma lacuna na formação do aluno no ciclo básico de ensino.” (DIAS & SANTA RITA, 2007).

Esse problema pode ser devido a inúmeros motivos, mesmo assim percebo em minha escola que nossos alunos estão cada vez mais empenhados e curiosos na aquisição de novos conhecimentos relacionados ao tema Astronomia.

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

A Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica é uma prova que acontece anualmente desde 1998, realizada pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), com a intenção de difundir o interesse pela astronomia entre os estudantes e a formação continuada de professores.

As escolas participantes podem ser privadas ou públicas, de nível fundamental e médio, poderão participar alunos regularmente matriculados em instituições de ensino, onde as mesmas realizam o cadastro no site da própria OBA. Atualmente a Olimpíada está dividida nos seguintes níveis:

- Nível 1 – Alunos do 1º ao 3º ano do Ensino Fundamental;
- Nível 2 – Alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental;
- Nível 3 – Alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental;
- Nível 4 – Alunos do 1º ao 3º ano do Ensino Médio;

Com isso a OBA consegue alcançar uma grande maioria de alunos, levando-os a conhecerem a Astronomia em seus diversos estágios do conhecimento, seja ele nas crianças a partir de seis anos, até mesmo nos adolescentes de até dezessete anos. Nessa perspectiva, a OBA tem papel fundamental na transformação do ensino de Astronomia nas escolas de território nacional desde a sua criação, pois a cada ano novos alunos são manifestados pelo interesse em participar, com a distribuição de certificados e medalhas.

Além de promover o interesse dos alunos pelo estudo de Astronomia e Ciências com a aplicação da prova, a OBA desenvolve outras atividades de ensino e divulgação científica, como por exemplo, a MOBFOG – Mostra Brasileira de

Foguetes que de forma lúdica e cooperativa realiza uma atividade prática de construção de foguetes de baixo custo, possibilitando a interdisciplinaridade da Física com a Química, onde essa atividade fica a critério de cada Escola para a sua realização.

A cada ano a OBA vem intensificando sua presença nas escolas de forma a contribuir no despertar dos nossos alunos pelo interesse pela Ciência, dessa forma a presente pesquisa explora como a OBA participa no fortalecimento do ensino de Astronomia nas escolas de educação básica no formato de recurso pedagógico.

Breve histórico da OBA na EMEF José Bessa

Ao realizar um estudo aprofundado em relação à participação da escola na Olimpíada, identificou-se que a sua primeira participação ocorreu apenas no ano de 2014, mesmo sabendo que a Olimpíada já existe desde 1999. A Tabela 1 mostra o quantitativo de alunos participantes do ano de 2014 até a sua última edição no ano de 2019.

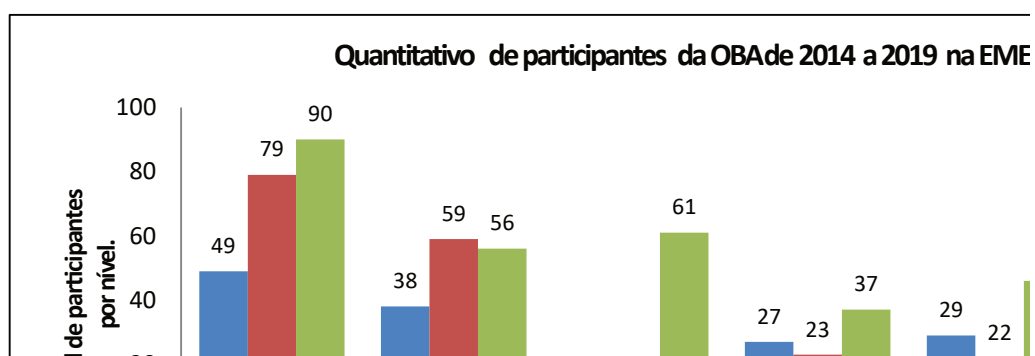
Tabela 1 - Quantitativo de alunos da EMEF José Bessa participantes na OBA de 2014 a 2019.

QUANTITATIVO DE ALUNOS DA EMEF JOSÉ BESSA PARTICIPANTES NA OBA DE 2014 A 2019.					
ANO	NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III	TOTAL DE ALUNOS	COLABORADORES
2014	49	79	90	218	04
2015	38	59	56	153	07
2016	-	-	61	61	01
2017	27	23	37	87	01
2018	29	22	46	97	15
2019	18	19	94	131	23

Fonte: Própria autora.

Com base nos dados apresentados, podemos concluir que no ano de 2014 tivemos o maior número de alunos participantes da OBA e em 2016 o ano em que se obteve o menor número de alunos.

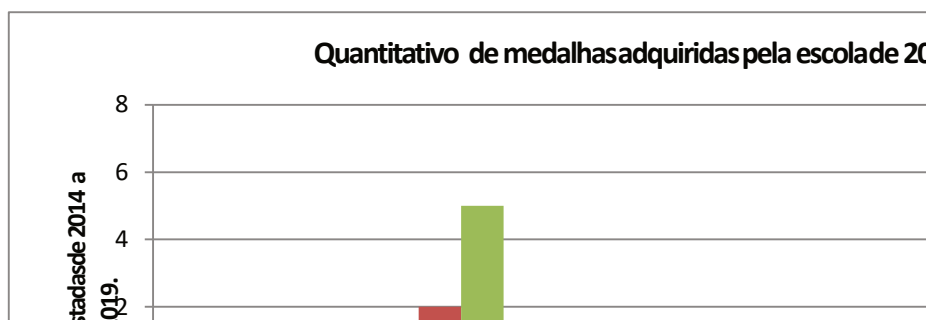
Gráfico 1 - Quantitativo de alunos da EMEF José Bessa participantes na OBA de 2014 a 2019.



Fonte: Própria autora.

Durante todas essas edições na escola tivemos alguns resultados significativos após a aplicação da prova. Além do interesse por parte de alguns alunos tivemos cerimônias de premiação com alunos medalhistas. O gráfico 2 apresenta o quantitativo de alunos medalhistas no decorrer dos anos de participação na OBA.

Gráfico 2 – Quantitativo de Alunos da EMEF José Bessa participantes medalhistas na OBA de 2014 a 2019.



Fonte: Própria autora.

Salientamos que nos anos de 2014 e 2019 não obtivemos êxito em conseguir medalhas, apenas nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. A análise quantitativa dos alunos do nível II (4^o e 5^o ano) em relação às notas obtidas na realização da prova realizando uma média aritmética em cada ano, alunos estes que estão fazendo parte da pesquisa, que desde a sua primeira participação até a sua última em 2019 está da seguinte maneira:

Tabela 2 – Média aritmética da prova da OBA nível II da EMEF José Bessa de 2014 a 2019.

MÉDIA ARITMÉTICA DA PROVA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA DOS ALUNOS DO NÍVEL II DA EMEF JOSÉ BESSA DE 2014 A 2019.						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MÉDIA ARITMÉTICA	6,00	6,46	-	5,02	5,51	6,07

Fonte: Própria autora.

A Tabela 2 apresenta o índice de aproveitamento da Olimpíada nos anos de participação, por parte dos alunos da escola em relação ao conhecimento prévio dos assuntos que são necessários para a resolução das perguntas de Astronomia e Astronáutica. Comprovando assim que se faz necessário uma revisão no currículo de Ciências, de modo que os professores e alunos possam ter habilidades necessárias para participar da OBA posteriormente com a finalidade de conseguir compreender os conteúdos básicos de Astronomia, sentir-se estimulado pela aprendizagem.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em uma escola pública, localizada na localidade de Morro Branco no município de Beberibe, estado do Ceará. A escola possui alunos do Ensino Fundamental I e II. Este trabalho baseia-se em um estudo de caso com os 19 alunos distribuídos nas 04 turmas da escola do nível II (4^o ano A/B e 5^o ano A/B) a respeito da participação da escola na OBA e na análise dos resultados obtidos pelos alunos na realização da prova. Após os dados coletados surgiu a necessidade de compreender a visão da concepção dos alunos diante da realização da prova.

De início, realizou-se a pesquisa dos dados da participação da escola na OBA. Em seguida aplicou-se a prova da OBA no dia 17 de maio de 2019 com os 19 alunos que se comprometeram em participar por vontade própria com a finalidade de classificar os conceitos com maior índice de dificuldade. Alguns dias após a realização da prova sentiu-se a necessidade de aplicar um questionário de opinião com os 19 alunos do nível II (4^o e 5^o ano) que participaram da Olimpíada na escola

no ano de 2019, com o intuito de identificar os anseios e frustrações encontradas pelos mesmos durante o processo.

RESULTADOS PRELIMINARES

Análise da Prova da OBA de 2019

Sabendo que o aluno é fundamental para que ocorra o processo de ensino aprendizagem, utilizamos a prova da OBA de 2019 para identificar as necessidades dos mesmos nos tópicos de Astronomia e Astronáutica. As questões presentes na prova abrangem os seguintes temas: Sistema Solar, Lua e suas fases, Eclipses, Constelações, Foguetes e Históricos do homem na Lua.

A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos pelos alunos participantes da Olimpíada.

Tabela 3 – Análise diagnóstica da prova da OBA.

QUESTÃO	ASTRONOMIA							ASTRONÁUTICA			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
ASSUNTO	Siste- -ma Solar	Siste- -ma Solar	Lua: Fases da Lua	Reconheci- -mento do céu	Constela- ções	Siste- -ma Solar e rota- ção	Eclip- -se Lunar	O ho- -mem na Lua	Fogue- -tes	Fogue- -tes	
ALUNO	OBS: O "x" indica que o aluno acertou a questão por completo ou parcialmente correta.										
01	ALUNO01	X	X			X	X	X	X	X	X
02	ALUNO02	X			X	X		X			X
03	ALUNO03		X			X	X	X			X
04	ALUNO04	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05	ALUNO05	X	X	X		X	X	X			X
06	ALUNO06	X	X			X		X			
07	ALUNO07	X	X		X	X	X		X	X	X
08	ALUNO08	X	X		X	X	X	X			X
09	ALUNO09					X		X			
10	ALUNO10	X	X	X	X	X	X	X			X
11	ALUNO11		X			X		X	X		X
12	ALUNO12	X	X				X	X			X
13	ALUNO13	X	X			X		X	X	X	X
14	ALUNO14	X	X		X		X	X	X		
15	ALUNO15	X	X			X	X	X			X
16	ALUNO16	X	X			X	X				X
17	ALUNO17	X	X		X	X	X			X	X
18	ALUNO18	X	X		X	X		X			X
19	ALUNO19	X	X		X	X			X		X
	ACERTOS	16	17	03	09	17	12	15	09	05	16

Fonte: A própria autora.

Com os dados apresentados acima podemos identificar os eixos temáticos de maior dificuldade dos alunos da prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia de 2019 na escola.

Com base nos dados obtidos percebemos que a questão 01, 02, 05 e 10 tendo em vista que abordam os assuntos de os astros do Universo, Eclipse lunar e Foguetes e informações contidas em tabelas dos planetas apresentaram melhor índice de acertos. As duas questões que os alunos tiveram maior percentual de erro foram as questões 03 e 09, onde nelas apresentavam as posições da Lua e sobre foguetes.

Com esta análise podemos detectar possíveis lacunas de conteúdos que não foram preenchidas no decorrer dos anos de estudos referente ao currículo de Ciências do Ensino Fundamental I.

Análise do Questionário

A aplicação do questionário teve como objetivo verificar a compreensão do aluno mediante a participação do mesmo na Olimpíada. As perguntas do questionário foram:

1. Série: _____ Sexo: () Masc () Fem
2. Quais motivos te levaram a fazer a prova da OBA?
 - a) Meu professor disse que eu iria ganhar uma medalha;
 - b) Fui obrigado pela escola;
 - c) Fui obrigado pelos meus pais;
 - d) Gosto muito de astronomia;
 - e) Queria testar meus conhecimentos;
 - f) Meus amigos também fizeram;
 - g) Outro motivo;
3. Você já possuía algum contato com astronomia antes de participar da OBA?
() Sim () Não Qual? _____
4. O que você achou da prova?
5. Você procurou o gabarito da prova?
() Sim () Não
6. Após a OBA, você se sentiu motivado a estudar astronomia?
 - a) () Sim, agora vou procurar estudar mais;
 - b) () Sim, eu já estudava bastante astronomia e vou continuar estudando;
 - c) () Mais ou menos, me motivei mas ainda não muito;
 - d) () Não.
7. Na sua opinião, para que serve a OBA?
8. Gostaria de fazer algum comentário?
() Sim () Não Qual? _____

Foram aplicados 19 questionários com os alunos participantes da Olimpíada no ano de 2019, sendo 10 alunos do 5º ano e 9 alunos do 4º ano da EMEF José Bessa distribuídos entre os turnos manhã e tarde. Os dados obtidos nas respostas encontram no Quadro 1.

Quadro 1 - Questionário aplicado aos alunos que participaram da OBA 2019.

RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO JUNTO AOS ALUNOS							
QUANTIDADE DE ALUNOS	4º ANO				09		
	5º ANO				10		
QUESTÕES	ITENS						
02	A) 02	B) 01	C) 0	D) 05	E) 12	F) 03	G) 04
03	SIM – 04				NÃO - 15		
04	BOA - 03	DIFICIL – 05	LEGAL - 04	MAIS / MENOS - 04	FÁCIL – 03		
05	SIM – 05			NÃO – 14			
06	A) 06	B) 04	C) 06	D) 02	Não resp - 01		
07	Testar o conhec.13	Tirar boa nota – 01	Para motivar - 01	Ensinar astronomia - 01	Aprender astronomia - 02		
08	SIM – 05	NÃO – 14	Achei Legal	A prova estava fácil.	Gostei muito da prova.		

Fonte: Própria autora.

Partido para análise dos dados obtidos pelo questionário observa-se que na segunda questão em relação ao que motivou o aluno a realizar a prova obteve a opção do item (E) Testar os conhecimentos. Na terceira questão onde apresentava o contato do aluno com astronomia 15 indicaram que não tinham contato algum, em relação ao que eles acharam da prova na questão quatro o item que mais prevaleceu foi o de difícil. A questão cinco indagava o aluno se ele havia procurado o gabarito e 14 deles não tinham tido acesso ao mesmo, até por não saber da existência. Na questão seis onde perguntava se o aluno se sentiu motivado para estudar astronomia o item que mais prevaleceu foi o de que eles iriam procurar estudar mais com seis votos e o item mais ou menos, que se motivou mais ainda não muito também com seis votos. Na questão sete a resposta que mais prevaleceu foi a de testar os conhecimentos, onde a mesma procurava saber qual a importância da OBA, para finalizar a questão oito pedia que o aluno deixasse um comentário e apenas cinco contribuíram com a pesquisa, informando que a prova era legal, que gostava de astronomia e que estava fácil.

Conclusão

Os resultados encontrados mostram que os alunos que participaram da OBA na escola em 2019 apresentam baixo índice de aprendizagem na temática de Astronomia e Astronáutica e apesar de todas as dificuldades eles se sentem satisfeitos e empenhados em participar da Olimpíada na escola. As dificuldades encontradas pelos alunos justifica o baixo número de conquista de medalhas obtidas pela escola durante a sua participação no decorrer dos anos.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. (3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental)**. Brasília: MEC, 1998. 138 p.
- CANALLE, João Batista Garcia, et al. **Resultados XVIII Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica**. Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira, 2015. Disponível:http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/Relatorio%20da%20XVIII%20OBA%20-%202015.pdf. Acesso em 11 Jan. 2020.
- GOHN, Maria da Glória. **Educação não-formal na pedagogia social**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL PEDAGOGIA SOCIAL, 1, Anais, 2006. São Paulo.
- MEES AA, STEFFANI MH. **Astronomia: motivação para o ensino de Física na 8ª série**. Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2005.
- PELLENZ D, TISOTT JC. **Atividades experimentais em Astronomia para a construção do conhecimento através de uma proposta interdisciplinar e contextualizada**. Scientia cum Industria, 2014, 2(2): 73-76.
- SÁ, K. K. de. **A Olimpíada Brasileira de Física em Goiás Enquanto Ferramenta para a Alfabetização Científica: Tradução de Uma Educação não Formal**. Dissertação (Mestrado) — UFG, Goiás, 2009.

VIAGEM NA ATMOSFERA TERRESTRE: UM JOGO VIRTUAL PARA ENFATIZAR CONCEITOS FÍSICOS NO ESTUDO DA ATMOSFERA NO ENSINO FUNDAMENTAL

VIAGEM NA ATMOSFERA TERRESTRE: A VIRTUAL GAME TO EMPHASIZE PHYSICAL CONCEPTS IN THE STUDY OF THE ATMOSPHERE IN ELEMENTARY SCHOOL

José Carlos de França¹, Erlania Lima de Oliveira², Rafael Castelo Guedes Martins³, Antônio Kalielso da Silveira⁴

^{1,2,3,4} Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), josecarlosdefranca@gmail.com

Resumo

A compreensão dos conceitos físicos, por parte dos alunos, na maioria das vezes, é comprometida, em decorrência da forma como são trabalhados em sala de aula. Isso se torna mais evidente, no Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências, na qual esses conceitos estão presentes. Entre os fatores que contribuem para isso, e que podem agir isoladamente, ou de forma conjunta estão: professores que não possuem formação específica na área de Ciências da Natureza, especialmente de Física; uso de metodologias que privilegiam o livro didático; a não abordagem ou tratamento superficial desses conceitos, negligenciando seu potencial para explicar situações do dia a dia. Diante disso, esse trabalho apresenta a aplicação de um produto educacional, que corresponde a uma sequência didática, a partir do jogo virtual educacional **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, fazendo uso da aprendizagem baseada em jogos digitais, que por sua vez, teve a pretensão de desenvolver nos alunos uma aprendizagem significativa, colocando os alunos no centro desse processo. Esse jogo, que simula a atmosfera terrestre, foi desenvolvido no Unity 3D, com a finalidade de enfatizar os conceitos das grandezas físicas presentes no estudo da atmosfera terrestre, no Ensino Fundamental II (anos finais), na 6^a ou 7^a série dessa etapa de ensino. Essas grandezas, a saber, volume, massa, peso, densidade, pressão, temperatura, calor e umidade, estão presentes em situações e fenômenos do cotidiano. A aplicação desse produto educacional, em uma turma da 6^a série do Ensino Fundamental II, de uma escola do município de Afonso Bezerra/RN, e que foi tema da dissertação de mestrado de um dos autores desse trabalho, foi satisfatória, havendo ampla aceitação do jogo, evidenciados nos questionários de opinião, participação e comentários dos alunos durante todas as etapas dessa proposta.

Palavras-chave: Atmosfera Terrestre, Conceitos Físicos, Ensino Fundamental, Jogo Virtual.

Abstract

The students' understanding of physical concepts, in most cases, is compromised, due to the way they are worked in the classroom. This becomes more evident, in elementary education, in the discipline of Sciences, in which these concepts are present. Among the factors that contribute to this, and that can act

alone, or together, are: teachers who do not have specific training in the area of Natural Sciences, especially Physics; use of methodologies that privilege the textbook; the non-approach or superficial treatment of these concepts, neglecting their potential to explain everyday situations. Therefore, this work presents the application of an educational product, which corresponds to a didactic sequence, from the virtual educational game **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, making use of learning based on digital games, which in turn, had the intention of developing meaningful learning for students, placing students at the center of this process. This game, which simulates the terrestrial atmosphere, was developed in Unity 3D, with the purpose of emphasizing the concepts of physical quantities present in the study of the terrestrial atmosphere, in Elementary School II (final years), in the 6th or 7th grade of this teaching stage. These quantities, namely, volume, mass, weight, density, pressure, temperature, heat and humidity, are present in everyday situations and phenomena. The application of this educational product, in a class of the 6th grade of Elementary School II, from a school in the city of Afonso Bezerra / RN, and which was the subject of a master's dissertation by one of the authors of this work, was satisfactory, with wide acceptance of the game, evidenced in the questionnaires of opinion, participation and comments of the students during all the stages of this proposal.

Keywords: Earth Atmosphere, Physical Concepts, Elementary Education, Virtual Game.

Introdução

A Ciência e a Tecnologia são realidades presentes na vida diária de cada um de nós. O conhecimento advindo dessas áreas está mudando frequentemente o mundo em que vivemos, alterando o espaço (paisagem) e o contexto das relações humanas.

Com o advento da sociedade da informação, o sistema educativo brasileiro deve se integrar em um novo panorama. Sendo a escola um micromundo que tem, dentre suas finalidades, a preparação dos indivíduos para a vida adulta do amanhã, deve ela constituir-se com as mesmas características (GARCIA, 2012).

Para Silva (2017) o século XXI é caracterizado por mudanças de cunho fortemente sociocultural influenciadas pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e que estão cada vez mais presentes em quase todas as camadas da sociedade atual, exigindo da escola mudanças para receber e integrar os novos alunos, que já nasceram imersos no mundo e na linguagem dessas novas tecnologias.

As Ciências Naturais, nesse contexto, exercem uma posição relevante. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – 5ª a 8ª séries: “na educação Contemporânea, o Ensino de Ciências Naturais é uma das áreas em que se pode reconstruir a relação ser humano/natureza em outros termos contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência social e planetária” (BRASIL, 2001, p. 22).

Nesse sentido a Física merece destaque especial, uma vez que tem o objetivo de procurar entender os fenômenos presentes no nosso cotidiano, possibilitando a aquisição de conhecimento, e que por sua vez, tem como consequência a formação de cidadãos conscientes de seus direitos e deveres,

refletindo em tomadas de decisão que possibilitam uma convivência harmoniosa com seus pares e o ambiente em que vive.

Diante disso, o papel do professor de Física pode se configurar na busca de metodologias de ensino que possibilitem atender esses anseios (BRASIL, 1996).

“Ao se decidir pela aplicação de determinada estratégia, deverá o professor certificar-se de que ela é adequada à sua clientela e também aos objetivos que pretende alcançar”. (GIL, 2013, p. 66).

Deste modo, é necessário falar da estratégia de ensino e aprendizagem baseada em jogos digitais. Para Balasubramanian e Wilson (2006), os jogos digitais podem ser entendidos como ambientes atraentes e interativos que conseguem capturar a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades.

Como afirma Savi e Ulbricht (2008), quando esses jogos são preparados para fins educacionais, podem receber diferentes nomenclaturas, sendo os mais comuns jogos educacionais ou educativos, jogos de aprendizagem ou jogos sérios (serious games), sendo que até mesmos alguns simuladores podem ser considerados jogos educacionais.

O fato do lúdico ser levado para ambientes que não possuem uma ligação direta com o entretenimento, pode ser muito positivo, pois quando estamos nos divertindo, sempre adquirimos experiências e significado (MASTROCOLA, 2011).

No Ensino Fundamental, os conteúdos e conceitos relacionados à Física, estão presentes na disciplina de Ciências, juntamente com tópicos das disciplinas de Química e Biologia.

Assim, esse trabalho descreve a implantação de uma proposta metodológica que objetivou potencializar a aquisição do conhecimento por parte dos alunos, na 6ª série do Ensino Fundamental, dando um maior destaque aos conceitos físicos, o que se justifica na medida em que os alunos estão em contato constante com a Física através da tecnologia e de fenômenos naturais e outras situações presentes no seu cotidiano desde tenra idade.

Para tanto, será utilizado o jogo virtual “Viagem Na Atmosfera Terrestre”, que foi desenvolvido no Unity 3d, e que enfatiza conceitos físicos a partir de um processo de problematização de Paulo Freire, na qual são apresentadas questões relacionadas à fenômenos naturais e outros eventos presentes no estudo da atmosfera do nosso planeta e ligados ao dia a dia dos alunos.

A aprendizagem baseada em jogos digitais e o ensino de conceitos físicos

As pesquisas na área de tecnologias educacionais passam por um momento prolífero em que a diversidade tecnológica tem se destacado, especialmente com o uso da informática na educação para a criação de jogos digitais que possibilitam a simulação em ambientes virtuais nos quais os jogadores podem explorar e encontrar, através da sua própria ação, o significado de elementos relacionados a conceitos, bem como a visualização de situações do cotidiano e o resultado do acionamento de fenômenos extraídos da realidade (RIBEIRO, TIMM e ZARO, 2006).

Para Silva e Sales (2017) a utilização de games em sala de aula se deve, principalmente, ao seu caráter lúdico, sua capacidade de motivar, envolvendo o usuário, ocasionando momentos que quase sempre são prazerosos e eficazes, no que diz respeito aos objetivos educacionais inicialmente pretendidos.

No que diz respeito a sua aplicação na educação, Prensky (2012), destaca que se a aprendizagem baseada em jogos digitais for corretamente utilizada, é bastante eficiente, por estar em consonância com o tipo de aprendizagem dos estudantes atuais e futuros, que estão completamente imersos na tecnologia, mostrando-se ainda bastante motivadora, por se constituir em uma forma divertida de aprender, além de demonstrar ser bastante adaptável a quase todas as disciplinas e habilidades a serem atingidas pelos estudantes.

É válido destacar que a aprendizagem baseada em jogos digitais, quando combinada com outros métodos de aprendizagem que promovam uma interação entre instrutor e seus aprendizes ou com os aprendizes entre si, podem ter sua potencialidade aumentada, contribuindo para a aquisição do conhecimento oportunizado pelo ambiente escolar (SCHAEFFER E ANGOTTI, 2016).

Embora a produção de jogos digitais, com finalidade estritamente educacional, e que explorem conteúdos de Física, seja incipiente, e feita essencialmente em instituições universitárias, o progresso tecnológico na área é muito rápido, o que é bastante animador, uma vez que os alunos da geração atual que lidam com desenvoltura e grande intimidade as TICs, deverá exigir uma escola que esteja mais próxima a essa realidade (STUDART, 2015).

Conforme aponta Calegari *et al.* (2013), a utilização dos jogos no ensino possibilita uma maior aproximação com os conteúdos que são trabalhados em sala de aula muitas vezes de forma tradicional, contribuindo para diminuir a defasagem dos currículos escolares com as exigências das metodologias emergentes na atualidade, configurando-se como uma alternativa para motivar os alunos na compreensão de conteúdos de disciplinas, como a Física, que são rotuladas de maneira geral, como complexa e monótona, em decorrência da maneira como são abordados, na maioria das vezes de forma teórica e abstrata, o que acaba desmotivando os alunos, e conseqüentemente, dificultando o processo de ensino e aprendizagem.

Assim, independentemente da etapa de ensino (Nível Fundamental ou Nível Médio), quando se trata de ensino de conceitos da Física, os jogos possuem grande potencial para despertar o interesse dos alunos pelos seus conteúdos, uma vez que esses últimos são abordados dentro de um ambiente lúdico, favorável a uma melhor aprendizagem, diferentemente das salas de aula tradicionais, que privilegiam aulas expositivas, limitando a participação e a criatividade dos alunos no processo de aquisição de conceitos físicos (PEREIRA, FUSINATO e NEVES, 2000).

Não existem, porém, fórmulas mágicas padronizadas de desenvolvimento de processos de aprendizado baseados em jogos. Felizmente, há sim uma grande variedade de formas de se chegar a isso. Mas infelizmente, esse grande número de formas existentes é devido à grande necessidade de contextualização que o processo exige. E isso vai depender do público-alvo, do assunto, da tecnologia disponível, e da experiência e do conhecimento prévios desse público-alvo. Ainda, o tipo de interatividade que o jogo terá deve estar de acordo com o tipo de conteúdo que se deseja aprender (SCHAEFFER e ANGOTTI, 2016, p.2).

O jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre

Desenvolvido no Unity 3D, motor de jogos que faz parte do pacote que compõe o software Unity^R, pertencente a empresa Unity Technologies, o jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre dar destaque a situações presentes na atmosfera terrestre. A Figura 1 mostra a tela de início desse jogo.

Figura 1: Tela inicial do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2020).

Simulando eventos e fenômenos que ocorrem na atmosfera da Terra, esse jogo tem como meta apresentar e levar os alunos ao entendimento dos conceitos de certas grandezas físicas presentes nesse ambiente, destacando sua relevância, que é fundamental para que se compreenda plenamente as situações que se passam nessa região do planeta.

Tudo se inicia com a inesperada chegada na Terra de um grupo de alienígenas. São os sobreviventes do chamado Planeta X, que apresentara formas de vida semelhantes às existentes aqui. Com seres em sua maioria aeróbios, teve sua atmosfera completamente destruída, em virtude das atividades de seus próprios habitantes, tornando-se um lugar inabitável.

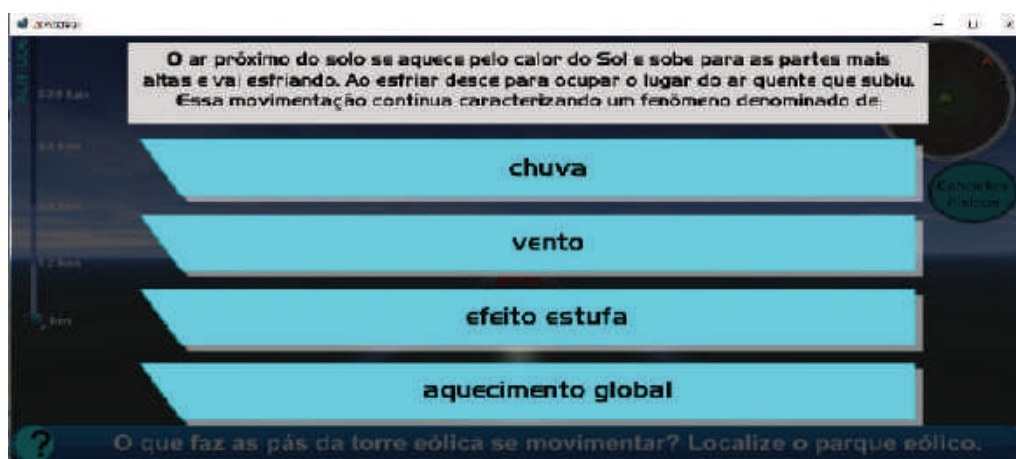
No entanto, um grupo desses alienígenas consegue fugir a tempo, e desde então viajam pelo Universo em busca de planetas semelhantes ao seu, comprometendo-se a alertar seus habitantes a respeito da necessidade de se conhecer e preservar a atmosfera planetária, que é fundamental para a existência da vida. Ao adentrarem o Sistema Solar, identificam a Terra, que possui uma atmosfera semelhante à que existira no Planeta X, e onde as atividades humanas que afetam diretamente essa região, podem destruí-la.

Decidem então escolher alguns terráqueos (aluno-jogador), delegando a missão de repassar informações aos demais habitantes do nosso planeta, que são necessárias para a compreensão do funcionamento da atmosfera terrestre e a sua necessária preservação. Para isso, o aluno-jogador irá pilotar uma nave, viajando através da atmosfera terrestre, devendo entender os conceitos das grandezas físicas essenciais para a explicação dos eventos, e conseqüentemente à solução dos desafios aos quais serão submetidos. O conhecimento adquirido através dessa viagem é fundamental para que as informações que pretendem promover a

mudança de pensamento e salvar nosso planeta da possível catástrofe possam ser repassadas.

Esse jogo é constituído por sete fases, onde em cada uma delas, o aluno-jogador deve responder duas perguntas (Figura 2) para iniciar a missão de encontrar os objetos e assim seguir para a próxima fase. Cada fase inicia com uma questão-problema sobre determinada situação presente no cotidiano e que tem o objetivo de promover uma contextualização. Os conceitos das grandezas físicas, que estão diretamente relacionadas a fenômenos naturais e outros eventos presentes na atmosfera terrestre, bem como as perguntas e as missões, têm como eixo gerador esse questionamento inicial. Como pode ser vista na Figura 2, as perguntas são objetivas, com quatro opções de respostas, sendo apenas uma a correta.

Figura 2: Tela de perguntas do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2020)

Ao escolher uma das opções, uma mensagem será exibida, indicando se houve um acerto ou um erro. Após responder as perguntas, a missão será liberada (Fig. 3). O aluno-jogador terá então que encontrar o objeto. O tempo total para responder as perguntas e encontrar os objetos, juntamente com os pontos obtidos pelos acertos, serão apresentados no final, no ranking do jogo.

Figura 3: Tela mostrando uma das missões do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2020).

Em decorrência das condições ótimas oferecidas pela Terra, um grupo dos alienígenas inimigos, oriundos também do Planeta X, resolve dominá-la, e para isso interferem no cumprimento das missões. Assim, surgem as naves espaciais inimigas e o aluno-jogador poderá atirar um raio paralisante na mesma. O total de naves abatidas também será mostrado no final.

Sequência didática baseada na utilização do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre

Esse jogo fez parte de uma sequência didática, cuja aplicação se constituiu no tema da dissertação de um dos autores desse artigo, e que teve o objetivo de fazer com que os alunos conseguissem entender a importância e a necessidade da utilização dos conceitos físicos na explicação de problemas relacionados às situações presentes na atmosfera terrestre e ligados ao cotidiano, e que será brevemente apresentada a seguir.

A primeira etapa dessa sequência didática correspondeu à aulas expositivas dialogadas de revisão de conteúdos relacionados à atmosfera terrestre, como sua definição, propriedades, composição e características das camadas, e de apresentação e definição dos conceitos das grandezas físicas massa, volume, densidade, peso, altitude, temperatura, calor e umidade, necessários à compreensão de fenômenos naturais e outros eventos ligados ao estudo dessa faixa do Planeta Terra.

Nesse contexto, o professor tem o importante papel de mediador das discussões e questionamentos dos temas de estudo, viabilizando a facilitação do processo de ensino e aprendizagem, que deve ser dotado de significado, com os alunos participando ativamente da construção do conhecimento.

Partindo da provocação e da consequente discussão por parte dos alunos a respeito desses questionamentos, o professor mediador fez intervenções, mas sem dar as respostas, estimulando a capacidade de raciocínio, construindo de forma coletiva e participativa as definições das grandezas físicas presentes nos fenômenos relacionados ao estudo da atmosfera. Em seguida, o professor apresentou a definição científica das grandezas físicas citadas anteriormente.

Essa primeira etapa foi essencial para o prosseguimento da sequência didática, pois o estudo da atmosfera terrestre é um pré-requisito para a aplicação do jogo, que se constituiu no ponto central da aplicação do produto educacional, na qual foi utilizada a aprendizagem baseada em jogos digitais, com o jogo virtual “Viagem Na Atmosfera Terrestre”, possibilitando que os alunos participassem ativamente do processo de ensino e aprendizagem, em um ambiente que simula situações existentes na atmosfera do Planeta Terra que requerem a utilização de conceitos físicos para sua satisfatória compreensão, demonstrando que é possível a criação de ambientes virtuais de ensino adaptado às características requeridas pelo conteúdo abordado, bem como do público-alvo, somado às vantagens que os jogos trazem consigo, tais como estratégia e raciocínio, entusiasmo, concentração, motivação, entre outros.

Aplicação do jogo

Este jogo foi aplicado em uma turma da 6ª série do Ensino Fundamental II, no turno vespertino, do Educandário Nossa Senhora das Graças, que é uma escola

privada localizada na zona urbana do município de Afonso Bezerra/RN, configurando-se como a segunda etapa da sequência didática destaca no tópico anterior.

A turma era composta por 16 alunos, na faixa etária de 11 a 12 anos, sendo que foi feita uma divisão dos alunos em grupos para participar de uma competição, logo após a divulgação das regras a serem obedecidas pelas equipes, com a realização de duas partidas.

O objetivo era fazer com que os alunos respondessem as perguntas e realizassem as missões, a partir da questão-problema sobre eventos da atmosfera terrestre, com o uso dos conceitos das grandezas físicas.

É válido destacar que cada uma das sete fases do jogo foi pensada para dar ênfase a determinados conceitos físicos, de modo que os alunos compreendessem sua relevância para solucionar a questão-problema, e, por conseguinte, encontrar a resposta correta para as perguntas, realizando as missões mais facilmente.

Ao término da segunda partida, foi analisado o ranking final, com a posterior divulgação da equipe vencedora.

É importante salientar que, a seguir, será dado destaque aos principais resultados e conclusões referentes apenas a segunda etapa da sequência didática.

Resultados e conclusões da aplicação do jogo

A ideia da competição foi bem aceita pelos alunos, que rapidamente formaram suas equipes, mostrando-se bastante motivados.

Durante a execução das duas partidas do jogo houve muita cooperação e trabalho em grupo, com todos os membros da equipe participando e interagindo. Interessante notar como eles não se davam conta de que estavam estudando ao mesmo tempo em que jogavam.

A Figura 4 relaciona comentários dos alunos durante a execução do jogo que evidenciam tudo isso.

Figura 4: Tela mostrando uma das missões do jogo.

Comentário 1	<i>Eu quero pilotar a nave primeiro...</i>
Comentário 2	<i>Vamos combinar... Cada um pilota a nave uma vez... e respondemos as perguntas...</i>
Comentário 3	<i>Vamos atacar as naves inimigas... Ou encontrar logo o objeto?</i>
Comentário 4	<i>Responder as perguntas é mais importante... Devemos olhar os conceitos físicos?</i>
Comentário 5	<i>O tempo não importa muito... O que importa é responder mais perguntas..</i>
Comentário 6	<i>Vamos encontrar os objetos mais rápido gente..</i>
Comentário 7	<i>A gente melhora na próxima partida..</i>
Comentário 8	<i>Falhou de novo! Ah, a missão falha quando a nave bate no chão..</i>
Comentário 9	<i>Professor quero baixar o jogo pra treina em casa.. Baixa na internet?</i>

Fonte: Arquivo dos autores (2020).

A Figura 4 permite verificar como os membros de cada equipe se articulavam para montar estratégias que possibilitassem vencer a competição,

mostrando-se bastante motivados. Cada resposta correta e missão cumprida era comemorada euforicamente.

A análise do ranking de cada equipe, após a realização das duas partidas (Figura 5), permitem algumas conclusões a respeito, principalmente da pontuação e evolução no entendimento dos conceitos físicos, e tempo médio para finalizar as missões.

Figura 5: Desempenho das equipes nas duas partidas da competição.

1ª PARTIDA	
Nome: Grupo dos boys	Pontos: 2.145 / Naves: 1 / Tempo: 25:36
Nome: P.A	Pontos: 2.145 / Naves: 0 / Tempo: 20:17
Nome: meninas A.B	Pontos: 2.145 / Naves: 0 / Tempo: 34:07
2ª PARTIDA	
Nome: grupo dos boys	Pontos: 2.145 / Naves: 0 / Tempo: 27:55
Nome: P.A	Pontos: 3.575 / Naves: 0 / Tempo: 25:38
Nome: meninas P.A	Pontos: 5.72 / Naves: 0 / Tempo: 31:44

Fonte: Dados extraídos do ranking do jogo (2020).

Quanto ao tempo médio para cada grupo realizar as missões, a análise da Figura 5, mostra que houve um aumento na segunda partida, passando de 26 minutos (na primeira partida), para 28 minutos nessa última.

O “Grupo dos boys” obteve a mesma pontuação nas duas partidas, sendo que na primeira, além do tempo ter sido menor, conseguiram abater uma nave inimiga (Figura). Pode-se afirmar que, nesse sentido, na segunda partida, essa equipe não conseguiu evolução nos três fatores (Pontos, Naves e Tempo).

Já a equipe “P. A” obteve uma pontuação melhor que a equipe “Grupo dos boys” (Figura 5). Embora o tempo para realizar as missões tenha sido maior que na primeira partida, além de não terem abatido nenhuma nave, sua pontuação foi bem superior, significando que houve evolução no entendimento dos conceitos físicos que estavam presentes nos desafios propostos durante o jogo.

O grupo vencedor da competição foi a equipe “Meninas P. A”, que na segunda partida obteve uma pontuação mais que 50% superior a primeira, além de terem realizadas as missões em um tempo menor, como pode ser visto na Figura 5.

Como a quantidade de pontos corresponde as perguntas que estavam relacionadas a explicação e entendimento da questão-problema, pode-se afirmar que houve evolução no entendimento por parte dos alunos, pois a pontuação na segunda partida, foi igual ao superior as obtidas pelas equipes na primeira.

O desempenho das equipes no jogo pode estar relacionado ainda as estratégias adotadas por cada uma para conseguir os objetivos. Por exemplo, observou-se durante a aplicação do jogo, que algumas equipes pareciam se interessar mais por encontrar os objetos, e assim realizar as missões.

No entanto, o jogo conseguiu cumprir o objetivo de enfatizar os conceitos físicos presentes no estudo da atmosfera, ressaltando sua importância para os alunos compreenderem os fenômenos do dia a dia, através de uma estratégia metodológica significativa que os colocou no centro das ações.

Considerações Finais

Com a aplicação do jogo, os estudantes puderam compreender a relação entre algumas grandezas físicas e situações reais. A construção e a utilização do jogo foram motivadas pela intenção de simular um ambiente repleto de situações existentes na realidade cotidiana.

Com isso, tornou-se possível fazer uso da aprendizagem baseada em jogos digitais, que se mostra motivadora e desafiadora, promovendo uma maior integração dos alunos, uma vez que, como afirma Prensky (2012), qualquer que seja o tipo de jogo, os jogadores devem atingir objetivos, superando desafios em vários níveis de complexidade, exigindo que eles aprendam habilidades múltiplas.

Em algumas situações, é necessária ainda a formação de equipes para que a meta do jogo seja alcançada com êxito (PRENSKY, 2012). Isso justifica a formação dos grupos.

Quanto ao funcionamento do jogo, não foram registrados problemas que viessem a afetar drasticamente o andamento das atividades. Entre eles pode-se citar o fato de a missão falhar quando a tela de perguntas surge, pois a nave ainda continua em movimento, e que será corrigida na próxima versão do jogo Viagem Na Atmosfera Terrestre. Além dessa correção, nessa nova versão, será buscada a possibilidade do jogo funcionar normalmente em computadores de 32 bits

Ainda é válido destacar que o contato com esses conceitos já no Ensino Fundamental, pode contribuir para amenizar o impacto que os alunos podem sentir com a disciplina de Física no Ensino Médio, onde os conteúdos são normalmente classificados como de difícil compreensão.

Pretende-se futuramente ainda, aplicar essa proposta metodológica em outras escolas, principalmente da rede pública. Além disso, pensa-se em uma adaptação desse jogo para ser utilizado no Ensino Médio.

Referências

BRASIL, MEC. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais (5ª a 8ª séries)** – MEC/SEF, Brasília, 2ª impr. 2001.

_____. **PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio): Secretaria de Educação Fundamental.** Brasília: MEC/SEF, 1996.

CALEGARI, P. F; FRIGO, L. B; QUIRINO, S. S; POZZEBON, E. **Jogo computacional 3D no ensino de física.** XII SBGames, São Paulo, p. 16-18, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268515107_Jogo_computacional_3D_no_ensino_de_fisica> Acesso em: 07 de julho de 2020.

GARCIA, C. V. **Formação de professores de matemática e mudanças curriculares na escola (A matemática na escola: novos conteúdos, novas abordagens)**. – Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2012.

GIL, A. C. **Metodologia do Ensino Superior** - 4. ed. – 8. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2013.

MASTROCOLA, V. M. **Ludificador: um guia de referências para o game designer brasileiro**. 1. ed. São Paulo: Edição do autor, 2011.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEMES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. VII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viipec/VII%20ENPEC%20%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1033.pdf>> Acesso em: 07 de julho de 2020.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac, 2012.

RIBEIRO, L. O. M.; TIMM, M. I.; ZARO, M. A. **Modificações em jogos digitais e seu uso potencial como tecnologia educacional para o ensino de engenharia**. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 4, n 1, jul. 2006. Disponível em:<http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/jul2006/artigosrenote/a36_21203>. Acesso em: 06 de julho de 2020.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios**. Revista Novas Tecnologias na Educação – v. 6 Nº 2, dezembro, 2008. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14405/8310>>. Acesso em: 01 de outubro de 2019.

SHAEFFER, A. G.; ANGOTTI, J. A. P. **Jogos digitais na apropriação de conhecimentos científicos**. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 14, n 1, jul. 2016. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/67331>>. Acesso em: 6 de julho de 2020.

SILVA, J. B. **O contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino**. Artefactum, v. 15, n. 2, p. 1-11. 2017. Disponível em:<<http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/1531>>. Acesso em: 01 de outubro de 2019.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. **Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física**. Tecnia, [S.l.], v.2, p. 105-121, 2017. Disponível em: <<http://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/172>>. Acesso em: 06 de julho de 2020.

STUDART, N. **Simulação, games e gamificação no ensino de Física**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015, Anais... São Paulo: SBF, p. 1-17, 2015.

ESTUDO DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA EM UMA COMPONENTE CURRICULAR COM FOCO NA OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA (OBA)

STUDY OF ASTRONOMY AND ASTRONAUTICS IN A CURRICULAR COMPONENT WITH A FOCUS ON THE BRAZILIAN OLYMPICS OF ASTRONOMY (OBA)

João Paulo Soares¹, Rafael Castelo Guedes Martins², Erlania Lima de Oliveira³

¹Secretaria Municipal de Educação/SME Cascavel/Ceará, oluapsoares@hotmail.com

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, rcastelo@ufersa.edu.br

³ Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, erlania@ufersa.edu.br

Resumo

O presente trabalho tem como foco analisar uma Componente Curricular de Astronomia e Astronáutica utilizada no tempo eletivo da Base Curricular Diversificada de uma Escola em Tempo Integral de Ensino Médio do Estado do Ceará com o objetivo de preparar os alunos para a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). Foram utilizados os aspectos teóricos da Aprendizagem Significativa, mapas conceituais e Sequência Didática. Os objetos de conhecimento foram selecionados de acordo com o edital do nível IV da olimpíada que corresponde as séries do Ensino Médio, organizada pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB). Os procedimentos metodológicos tiveram como base os critérios de avaliação da escola com relação ao nível de proficiência e a taxa de reprovação dos alunos, juntamente com a nota obtida pelos alunos na prova da OBA. Os resultados apresentaram indícios de aprendizagem no ensino de Astronomia e Astronáutica a partir dos indicadores avaliados. Além de preparar o aluno para a olimpíada, a Componente curricular oferece um leque de conhecimento voltado a Educação Científica, motivando e incentivando os alunos a pesquisa científica.

Palavras-chave: Ensino de Física. Educação Científica. Astronomia

Abstract

The present work focuses on analyzing a Curricular Component of Astronomy and Astronautics used in the elective time of the Diversified Curricular Base of a Full-Time High School in the State of Ceará in order to prepare students for the Brazilian Astronomy and Astronautics Olympics (OBA). The theoretical aspects of Meaningful Learning, concept maps and Didactic Sequence were used. The objects of knowledge were selected according to the level IV edict of the Olympics that corresponds to the High School series, organized by the Brazilian Astronomical Society (SAB). The methodological procedures were based on the school's evaluation criteria in relation to the level of proficiency and the failure rate of the students, together with the grade obtained by the students in the OBA test. The results showed signs of learning in the teaching of Astronomy and Astronautics based on the indicators evaluated. In addition to preparing students for the Olympics,

the curricular component offers a range of knowledge aimed at Science Education, motivating and encouraging students to scientific research.

Keywords: Physics Teaching. Science education. Astronomy.

Introdução

O Ensino no Brasil atualmente tem a proposta de trabalhar a formação do estudante como um todo, diferente do Ensino Tradicional que prioriza a formação técnica com ênfase no conteúdo programático. Com isso, a Educação Científica ganha espaço para se inserir no processo de ensino, e dessa forma contribuir com a formação do aluno na compreensão dos fenômenos naturais e o desenvolvimento tecnológico, fatores imprescindíveis para o cidadão compreender o mundo moderno. Uma das propostas de inclusão da Educação Científica nas escolas são as olimpíadas científicas, como exemplo: a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), que no Brasil, envolvem milhões de estudantes e milhares de professores de todos os estados do país. Nessa ocasião, as escolas têm a oportunidade de elaborar um plano de ação para que os estudantes se aprofundem no conhecimento e que a competição se torne alvo de motivação e interesse pelo estudo da Ciência em questão, Astronomia através da Física.

De acordo com Canalle (2002), a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), está sendo utilizada como forma de avaliar a aprendizagem e incentivar o estudo dos conteúdos de Astronomia por parte de alunos e professores. Estudos mostram, que a participação de estudantes na OBA tem apresentado resultados significativos na aprendizagem do Ensino de Ciências. Segundo Rodrigues e Canalle:

A OBA atua como recurso pedagógico que, além de informar alunos e professores, atinge o louvável objetivo de cativar o interesse pela ciência entre jovens, contribuindo para a descoberta de talentos, pois os estudantes têm a oportunidade de entrar em contato com pesquisadores da astronomia e da Astronáutica, conhecendo as possibilidades de uma carreira nestas áreas. (2011, p. 229)

Desta forma, o Ensino de Astronomia nas escolas se apresenta como ferramenta pedagógica para a aprendizagem e incentivo a pesquisa, não só do Ensino de Ciências, mas, em outras Componentes Curriculares, além de fortalecer o protagonismo entre os estudantes, não só em competir, mas, incentivá-los a produzir de forma crítica o pensamento científico.

Um dos desafios que estudantes e professores encontram no conteúdo da OBA, é que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que orienta a elaboração do currículo das escolas públicas e privadas, não constitui uma Componente Curricular que trata especificamente sobre o estudo de Astronomia e Astronáutica, porém, os objetos de conhecimento estão distribuídos em diferentes séries e áreas de conhecimento da Educação Básica. Neste caso, para melhor preparar os alunos, professores trabalham os conteúdos a partir de aulas extras no contraturno ou aos sábados com os estudantes que pretendem participar da competição.

Diante deste desafio, tendo como parâmetro as Escolas em Tempo Integral (EEMTI) de Ensino Médio do Ceará, que a partir da Proposta de Organização Curricular, disponibilizam quinze horas aulas semanais para as Componentes Curriculares da Base Curricular Diversificada, surgiu a proposta analisar uma Componente Curricular dentro do tempo eletivo para estudar especificamente os objetos do conhecimento sobre Astronomia e Astronáutica.

Objetivo geral

Analisar o potencial pedagógico da Componente Curricular Astronomia e Astronáutica como foco na OBA.

Objetivos específicos

- Utilizar material didático direcionados aos objetos do conhecimento a serem utilizados com a participação dos alunos durante as aulas.
- Elaborar situações didáticas que explorem vídeos, documentários, filmes e softwares educativos.
- Verificar se a Componente Curricular apresenta indícios na compreensão e motivação dos discentes no ensino de Astronomia e Astronáutica.

Referencial teórico

Para Moreira (2001, p.17), “a ideia central de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”, haja visto é o conceito mais importante de sua teoria, a aprendizagem significativa. Partindo deste ponto, a aprendizagem do estudante passa a ser objeto principal deste estudo, onde antes ele seria apenas um receptor de informações, agora será investigado sobre aquilo que ele já sabe para depois ser questionado sobre o conteúdo.

Segundo Moreira, (2001, p.17), “Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”. Neste contexto, Ausubel quer dizer que o aluno aprende um determinado conteúdo a partir de um conhecimento preexistente em sua estrutura cognitiva, ou seja, é o conhecimento prévio, formado por um conjunto de informações armazenadas em sua memória através de suas experiências de vida associadas ao conhecimento.

O aluno constrói um aprendizado a partir de significados em que a nova informação se relaciona com o conhecimento específico do aluno, onde Ausubel define este conceito como subsunção, existente na estrutura cognitiva do estudante. Moreira, (2001, p. 18), afirma, que Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados a conceitos e proposições mais gerais.

Neste caso, a nova informação que o aluno deverá adquirir através dos conteúdos propostos em sala de aula dependerá do assunto que ele já tem e como está organizado em sua mente. Se o conhecimento está armazenado de forma obedecendo a hierarquia, conseqüentemente ele irá relacionar o conceito específico com o conhecimento geral, construindo assim uma aprendizagem significativa, logo tornando o ensino concreto e contextualizado bem próximo de sua realidade.

Mapas conceituais

Em geral, o ensino de Astronomia e Astronáutica pode apresentar problemas a respeito da aprendizagem significativa, para Ausubel (1968, *apud* Moreira, 2003 p.47), “o problema principal da aprendizagem consiste na aquisição de um corpo organizado de conhecimentos e na estabilização de ideias inter-relacionadas que

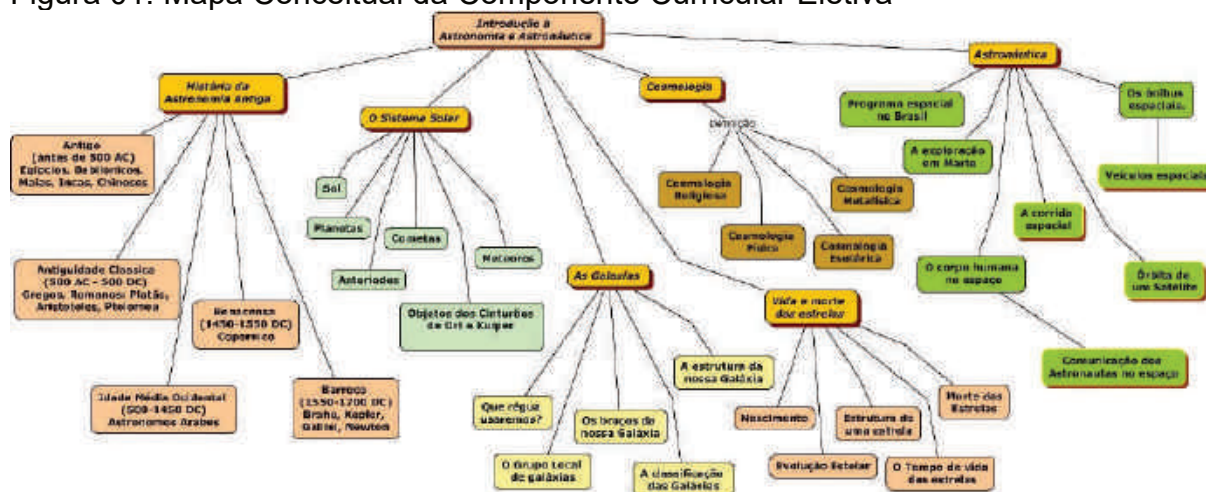
constituem a estrutura desse conhecimento”. Neste contexto, o ensino deve ir de encontro a organização das ideias armazenadas na mente humana.

Como foi mencionado anteriormente, o cérebro organiza e obedece a uma hierarquia na estrutura cognitiva do indivíduo. O problema pode acontecer devido à falta de organização na hora de elaborar os conteúdos relevantes à aprendizagem. Segundo Moreira, (2003, p.47), “um dos maiores trabalhos do professor consiste, então, em auxiliar o aluno a assimilar a estrutura das matérias de ensino e a reorganizar sua própria estrutura cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos próprios”.

Num sentido mais amplo, mapas conceituais são apenas diagramas indicando relações entre conceitos (MOEIRA, M.A., 1977 *apud* MOREIRA 2003, p. 51). Mais especificamente, no entanto, eles podem ser vistos como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina. Ou seja, a sua existência é derivada da estrutura conceitual de uma disciplina. (MOREIRA 2003, p. 51).

A seguir apresenta-se um modelo de mapa conceitual e sua estrutura sobre a Componente Curricular Eletiva Introdução à Astronomia e Astronáutica, adaptado, sugerido por Moreira, “conceitos que englobam outros conceitos aparecem no topo, enquanto conceitos que são englobados por outros aparecem na base. Conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalização e exclusividade aparecem na mesma posição vertical. (2003, p. 53).

Figura 01: Mapa Conceitual da Componente Curricular Eletiva



Fonte: O próprio autor

Sequência didática como ferramenta de ensino

Para compreender uma Sequência Didática (SD), é fundamental conhecer e identificar suas fases, e as atividades que as constituem. Para Zabala (1998, p.54), as fases se dividem em quatro e são descritas da seguinte forma: “comunicação da lição; estudo individual sobre o livro didático; repetição do conteúdo estudado e julgamento”, ou seja, avaliação do professor. Segundo o autor (p.55), o modelo de estudo de uma Componente Curricular envolve atividades motivadoras, explicação de perguntas ou problemas, seleção das fontes de informação, planejamento de pesquisa, coleta, seleção e classificação dos dados, conclusões, expressão e comunicação.

De acordo com Zabala, o objetivo de uma Sequência Didática deve:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. (1998, p.54)

Deve-se destacar entre as diferentes formas de intervenção, a interação entre os próprios alunos durante a aula, entre professor e alunos e a maneira com que a organização do conteúdo pode contribuir com essa relação. É importante priorizar o tempo, explorar a ideia de grupo, aproveitar os espaços disponíveis, utilizar diversos recursos didáticos e avaliar a aprendizagem dos alunos e da aula.

A Sequência Didática é um conjunto de atividades interligadas entre si que depende um planejamento para trabalhar os conteúdos de uma Componente Curricular da forma que possa conduzir satisfatoriamente o processo de ensino e aprendizagem, afirma a autora Oliveira (2013, p. 39).

De acordo com os autores, pode-se dizer que a utilização da Sequência Didática é apropriada para a Componente Curricular Introdução a Astronomia e Astronáutica. Esta metodologia de ensino indica que os alunos assimilam os conceitos de forma gradativa, passo a passo. A própria organização e planejamento das atividades permitem ao professor explorar diversos procedimentos relacionados aos conteúdos, priorizando o tempo e utilizando-se de espaços apropriados para a realização das tarefas, onde a construção do conhecimento deve ser feita em parceria professor/aluno, e haja sempre uma reflexão para que os saberes transcendam a sala de aula.

Procedimentos metodológicos

Foi relacionada para este trabalho a pesquisa aplicada, que segundo Santana, et, al. (2011), esta métrica se aplica na formulação de leis, teorias e modelos na busca pela solução de problemas que exigem ação de uma realidade. Através dessa pesquisa foi possível propiciar novas ferramentas de ensino e outras formas de aprimorar o conhecimento. Portanto, o direcionamento desta pesquisa é analisar através da prática, ação e coleta de informações, os resultados da aprendizagem a partir da Componente Curricular Astronomia e Astronáutica.

Foram desenvolvidas duas modalidades de pesquisa, a quantitativa, que segundo Santana, et, al. (2011), é aquela que trabalha com dados mensuráveis, ou seja, que podem ser medidos, quantificados. A outra modalidade de pesquisa é a qualitativa, de acordo com Santana, et, al. (2011), considera a concepção de mundo do pesquisador, tendo como objetivo compreender fenômenos vivenciados pelos sujeitos, considerando assim sua interpretação sobre o objeto estudado.

A presente pesquisa alcança a modalidade quantitativa pelo motivo da análise dos resultados obtidos através do sistema de avaliações da componente curricular que segue as diretrizes da rede estadual de ensino do Ceará e da prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Os dados qualitativos são avaliados a partir da sequência didática aplicada na Componente Curricular no decorrer do semestre, vivenciado pelos alunos. Nessa perspectiva, o pesquisador deve analisar o potencial pedagógico da Sequência Didática aplicada na Componente Curricular e avaliar se houve indícios de aprendizagem de Astronomia e Astronáutica com foco na olimpíada.

Fotos 1 e 2: Registro dos alunos durante a aula da Componente Curricular Astronomia e Astronáutica



Fonte: o próprio autor



A presente pesquisa foi desenvolvida em uma Escola Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral (EEMTI) do Ceará com uma turma de 41 (quarenta e um) estudantes matriculados na Componente Curricular Astronomia e Astronáutica, no tempo eletivo 3 (quarta-feira) das 15:00 h as 16:40 h, com duas aulas semanais durante o primeiro semestre de 2019.1, totalizando 20 encontros (40 aulas).

Resultados e discussão

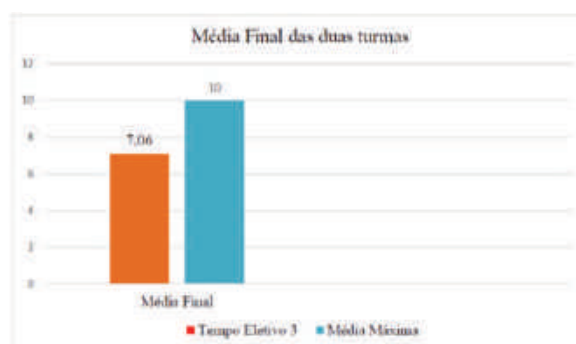
Nessa etapa, apresenta-se a média dos resultados das quatro avaliações parciais aplicadas durante a Componente Curricular. Essa metodologia é parte integrante do sistema de Avaliação da Base Curricular Diversificada, para a verificação da aprendizagem qualitativa e quantitativa das turmas. A cada período deve ser aplicado duas avaliações parciais e a partir daí se obtém a média, que deve ser igual ou superior a seis. Dessa forma, ao final dos dois períodos, os estudantes terão duas médias para que possam obter êxito na aprovação da Componente Curricular. Dois critérios são utilizados para avaliar a componente curricular:

1. Nível de Proficiência (muito crítico; crítico; intermediário e adequado)

- Muito crítico (0,0 a 2,0)
- Crítico (2,1 a 4,0)
- Intermediário (4,1 a 6,0)
- Adequado (6,1 a 10,0)

2. Reprovação (meta da escola – máximo 20%)

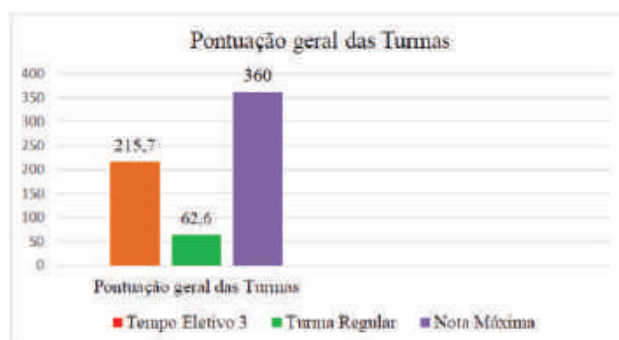
A seguir, apresenta-se o gráfico da média final da turma em relação ao nível de proficiência.



Fonte: o próprio autor

Observa-se que a média geral da turma foi de (7,06). Dessa forma, a proficiência da turma ficou no nível adequado. Com relação ao índice de reprovação, a turma apresentou uma reprovação de aproximadamente (12,5%), ou seja, houve cinco reprovações, índice abaixo da meta estabelecida pela meta da Atividade Eletiva que deve ser no máximo (20%).

Em seguida apresenta-se o desempenho dos 36 estudantes da Componente Curricular Eletiva Introdução Astronomia e Astronáutica na Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), que realizaram a prova juntamente com outros 36 alunos da escola que não faziam parte da Componente Curricular Astronomia e Astronáutica.



Fonte: o próprio autor

Analisando a pontuação geral da prova, é notório que a Turma Eletiva foi muito superior a Turma Regular, parece óbvio, haja vista que a turma teve toda estrutura voltada aos objetos de conhecimento direcionados para a Olimpíada, porém, em relação a nota máxima que a turma poderia atingir, observa-se que a componente curricular tem que aperfeiçoar alguns pontos, como exercitar a resolução de problemas envolvendo a matemática, intensificar o estudo em determinados objetos específicos que apresentaram baixo rendimento na Olimpíada.

Considerações finais

Diante do que foi exposto, o presente trabalho apresenta uma proposta de cunho pedagógico no sentido de oferecer as Escolas em Tempo Integral do Estado do Ceará como opção de Atividade Eletiva uma Componente Curricular que possa preparar os alunos para a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Os resultados obtidos apresentaram indícios de que a Componente Curricular Astronomia e Astronáutica pode ser utilizada proposta de ensino nos tempos eletivos para preparar os alunos para a olimpíada.

Durante as aulas, observou-se que os estudantes demonstraram interesse e motivação pelos estudos de Astronomia, desta forma foi possível interagir com as diversas atividades, estimulando-os a participação para perguntas e curiosidades. Neste contexto, o trabalho confirma a hipótese de que a Componente Curricular potencializou o ensino de Astronomia e Astronáutica com foco na Olimpíada Brasileira de Astronomia.

Espera-se que este trabalho possa contribuir com os professores que pretendem preparar os alunos para prova da OBA e em especial aos professores e estudantes das Escolas em Tempo Integral do Ceará, que disponibilizam de um tempo específico para estudarem a Componente Curricular. Todo o material estudado está disponível no *website* <http://astronomia-e-astronautica.webnode.com/>.

Referências

- AUSUBEL, David P. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view © 2000 Kluwer Academic Publishers. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. 1.^a Edição PT-467-Janeiro de 2003.
- AUSUBEL, D.P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- CANALLE, J. B. G. et al. Resultados da II Olimpíada Brasileira de Astronomia e participação na IV Olimpíada Internacional de Astronomia. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Santa Catarina, v. 17, n. 2, p. 239–247, aug 2000.
- CANALLE, J. B. G. et al. XI Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Rio de Janeiro: OBA, 2008.
- CANALLE, J. B. G. et al. XII Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Rio de Janeiro: OBA, 2009.
- CANALLE, J. B. G. et al. VIII Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, São Paulo, v. 26, p. 31–68, 2007.
- COLOMBO, S. S. et al, *Gestão Educacional, uma nova visão*. Porto Alegre: Artmed, 2004
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. 2003. *Fundamentos de metodologia científica*. 5^a. Ed. Editora Atlas.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria d Ausubel* – São Paulo: Centauro. 2001.
- OLIVEIRA, Maria Marly. Sequência didática interativa no processo de formação de professores. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- OLIVEIRA, M. M. Metodologia Interativa: um desafio multicultural à produção do conhecimento V Colóquio Internacional Paulo Freire – Recife, 19 a 22-setembro 2005. _____. Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético. *Revista Educação: Porto Alegre: INTERFACES BRASIL/CANADÁ*, V1, N.1, 2001.
- RODRIGUES, I. M. S.; CANALLE, J. B. G. Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). In: *Astronomia: Ensinos Fundamental e Médio*. v.11. MEC, SEB; MCT; AEB. Brasília: 2009.
- SANTANA et. al.[autores]. *Dialogando sobre Metodologia Científica*. Fortaleza: Edições UFC, 2011.
- ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 2011. _____. A prática educativa: como ensinar. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM FORNO DE FUNDIÇÃO
PARA FINS DIDÁTICOS: UMA PROPOSTA DE INSTRUMENTAÇÃO
PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FOUNDRY OVEN FOR
TEACHING PURPOSES: AN INSTRUMENTATION PROPOSAL FOR
TEACHING THERMAL PHYSICS**

Denise A. do Nascimento¹, Gilmar Alves da Silva², Andrews S. Vieira³

¹Universidade Federal de Roraima/Leducarr, denise.nascimento@ufrr.br

²Instituto Federal de Roraima, gilmar.silva@ifrr.br

³Centro Universitário do Norte-Uninorte, andrews.pessoal@gmail.com

Resumo

O ensino de transferência de calor nos cursos de engenharia, física e áreas afins, constitui um tópico de fundamental importância na formação de futuros profissionais que possam vir a atuar diretamente em áreas vinculadas à metalurgia, engenharia de materiais, máquinas térmicas, etc., pois fornece informações gerais e necessárias para que o aluno possa compreender, avaliar, quantificar e controlar os processos físicos ali tratados. Desse modo, torna-se imprescindível integrar a teoria com a prática, correlacionando os conhecimentos adquiridos em sala de aula a processos aplicados dentro da engenharia e na indústria. Portanto, tendo em vista a necessidade de visualizar a aplicabilidade da teoria física, iremos apresentar um estudo dos mecanismos de transferência de calor (condução, convecção e radiação) através do projeto e construção de um mini forno de fundição, seguindo todas as características de um modelo industrial, tal como forma geométrica, queimadores e revestimento interno. O protótipo do mini forno demonstrou-se um recurso didático eficiente, onde foi possível aliar o ensino dos mecanismos de transferência de calor a processos reais de uma indústria metalúrgica, facilitando a compreensão dos alunos sobre os conteúdos estudados.

Palavras-chave: Ensino de física, física aplicada, Transferência de calor, forno de fundição.

Abstract

The teaching of heat transfer in engineering, physics and related fields is a topic of fundamental importance in the training of future professionals who may come to work directly in areas related to metallurgy, materials engineering, thermal machines, etc., because provides general and necessary information so that the student can understand, evaluate, quantify and control the physical processes treated there. Thus, it is essential to integrate the student with practice, correlating the knowledge acquired in the classroom with processes applied within engineering and industry.

Therefore, in view of the need to visualize the applicability of physical theory, we will present a study of the mechanisms of heat transfer (conduction, convection and radiation) through the design and construction of a mini smelting furnace, following all the characteristics of an industrial model, such as geometric shape, burners and internal coating. The prototype of the mini oven proved to be an efficient didactic resource, where it was possible to combine the teaching of heat transfer mechanisms with real processes in a metallurgical industry, facilitating students' understanding of the studied contents

Keywords: Teaching physics, applied physics, heat transfer, smelting furnace.

1. Introdução

Em projetos de equipamentos industriais como caldeiras, máquinas térmicas, trocadores de calor, aquecedores, dentre outros, é imprescindível o conhecimento dos mecanismos de transferência de calor na interface que delimita um corpo sólido e um fluido (GARCIA, 2017), o que torna o ensino destes mecanismos nos cursos de engenharia, física e áreas afins, como um tópico de fundamental importância na formação de futuros profissionais que possam vir a atuar diretamente em áreas vinculadas à processos metalúrgicos, engenharia de materiais, etc.

As três formas pela qual o calor é transferido entre corpos que se encontrem a diferentes temperaturas são a condução, convecção e radiação, cujos modelos são baseados nas leis de Fourier, de resfriamento de Newton e de Stefan-Boltzmann, respectivamente. A condução é o principal mecanismo de transferência de calor nos sólidos entre zonas a temperaturas diferentes. Um gradiente de temperatura em uma amostra de substância homogênea resulta em uma taxa de transferência de energia dentro desse meio, que é dada pela lei de Fourier,

$$q = -kA \frac{dT}{dx}, \quad (1)$$

onde dT/dx é o gradiente de temperatura na direção normal à área A ; k é a condutividade térmica expressa por $W.m^{-1}.K^{-1}$. O sinal negativo que aparece na lei de Fourier é um requisito da segunda lei da termodinâmica, requerendo que a transferência de energia térmica resultante de um gradiente de temperatura seja orientada na direção da região de maior temperatura para a de menor temperatura.

Perdas de energia ocorrem devido à convecção do ar nas vizinhanças do corpo, obedecendo à lei do resfriamento de Newton $q = hA(T_b - T_a)$, onde h é o coeficiente de transferência de calor medido em $W.m^{-2}.K^{-1}$, perda de radiação pela lei de Stefan-Boltzmann e condução térmica com outros sólidos na vizinhança do experimento.

Portanto, com o intuito de promover uma maior compreensão dos alunos ao estudar os mecanismos de transferência de calor, projetamos e construímos um mini forno de fundição industrial fazendo uma abordagem prática do assunto e facilitando a compreensão dos cálculos referentes ao fluxo de calor através das paredes do

forno. O processo de construção e desenvolvimento do projeto contou com a participação de alunos do segundo e quinto períodos de engenharia mecânica, permitindo que os mesmos desenvolvessem habilidades, tais como: observação, medição, controle de variáveis, cuidados experimentais, escolha de material e processos, etc. Ressaltamos ainda que o projeto foi apresentado na V Mostra acadêmica do Centro Universitário do Norte - Uninorte em 2018, ficando em primeiro lugar entre os mais de 30 projetos apresentados no evento. O evento contou com a presença da comunidade acadêmica, sendo aberta para a comunidade em geral e alunos do ensino médio.

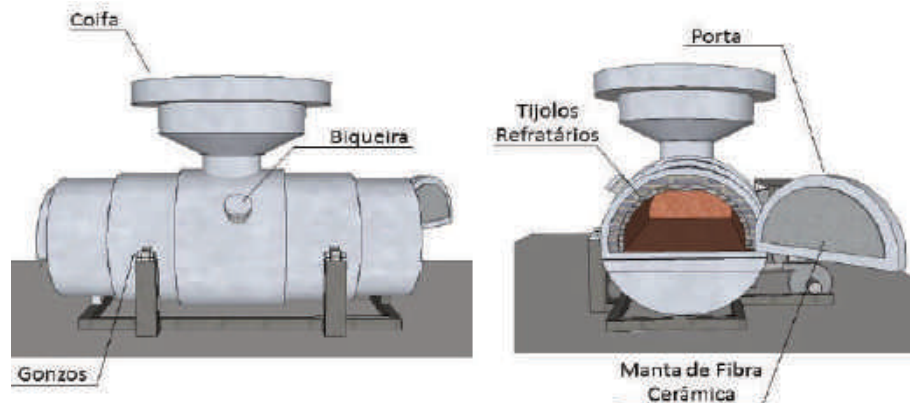
2. Materiais e Métodos

A condução de calor no regime permanente em geometrias cilíndricas ocorre em inúmeras aplicações na engenharia e tem sido objeto de muitos estudos nos últimos anos (BURMEISTER, 2002), o que levou a iniciarmos nosso projeto a partir de fornos de configuração cilíndrica. Logo, ao se estudar os mecanismos de transferência de calor viu-se necessidade de adotarmos uma metodologia que pudesse ir além da demonstração de equações, mas que possibilitasse aos alunos uma discussão sobre o problema da solução da lei de Fourier em coordenadas cilíndricas e suas aplicações práticas em experimentos de termodinâmica.

Utilizamos um barril cilíndrico de aço/carbono 1020 com 28,2 cm de diâmetro da base e comprimento de 50 cm. Optou-se pela utilização desse aço devido à sua grande utilização na indústria e alta resistência à temperatura. Por se tratar de uma réplica de um forno de fundição industrial, fixaram-se gonzos nas laterais do cilindro de modo que este atingisse uma inclinação de aproximadamente 50 graus para retirada de material após o processo de fundição. Em seguida, fixaram-se os demais componentes do forno: porta, biqueira de retirada, coifa e suporte dos queimadores. Para possibilitar um bom isolamento térmico e impedir a perda de calor pelas laterais, toda parte interna do forno foi revestida com argamassa e refratário de sílica de alumínio; todo contorno da porta foi revestido com manta de fibra cerâmica. Para a pintura da superfície externa, utilizamos tintas resistentes a altas temperaturas e com alta capacidade de absorção de calor. As Figuras 1 e 2 mostram esquematicamente os detalhes do projeto e construção do forno.

Desse modo, observa-se que através do projeto, o aluno pôde participar diretamente da construção do conhecimento, sendo aprofundados não somente conceitos teóricos relacionados ao estudo dos mecanismos de transferência de calor. Pode-se destacar que o aparato permitiu aos alunos desenvolverem com precisão o cálculo do fluxo de calor na aproximação de paredes adiabáticas ou em corpos sólidos; especificar diferentes tipos de fontes de calor; conhecer e decidir pela utilização de materiais a partir de suas propriedades físicas, como condutividade térmica, capacidade de calor, etc.

Figura 1. Representação esquemática do projeto do mini forno de fundição industrial que possibilita a análise térmica proposta.



Fonte: (Os autores).

Figura 2. Etapas de construção e acabamento do forno.



Fonte: (Os autores)

Outrossim, a construção do mini forno de fundição industrial nos permitiu um estudo teórico experimental baseado em processos elementares realizado em indústrias metalúrgicas. As medidas realizadas pelos alunos consistiram em (i)

realizar a secagem e sinterização do material refratário empregado no forno (ii) coletar os dados da temperatura versus tempo para obtenção da curva de aquecimento e (iii) obtenção da taxa de calor através das paredes do forno.

3. Resultados

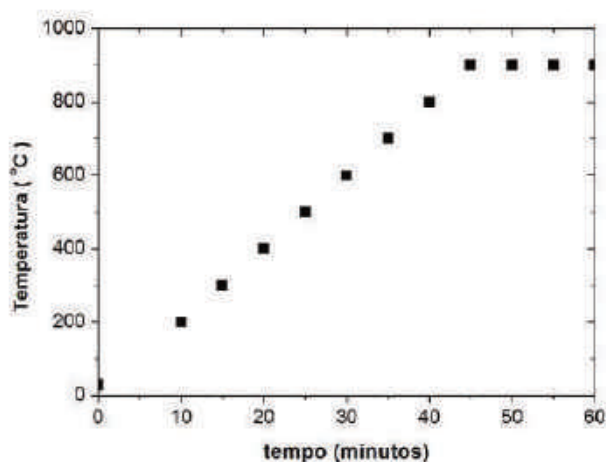
3.1. Processo de Secagem e Sinterização

Após revestirmos o interior do forno com concreto refratário, fizemos com que este passasse pelo o processo de secagem e sinterização. Arnosti Jr et al. (1999) definem o processo de secagem como a etapa do processamento de concretos refratários onde a água indesejável do material é extraída da forma mais rápida e com o menor gasto de energia possível. Após a secagem, os concretos refratários são sinterizados, reduzindo-se desse modo a área específica, volume aparente total e aumentando a resistência mecânica dos mesmos. O monitoramento e os registros térmicos foram realizados através de um termopar devidamente posicionado na superfície interna do forno.

3.2. Aquecimento do forno

Durante o aquecimento fez-se o monitoramento da temperatura em função do tempo transcorrido. Observamos que o forno atingiu uma temperatura de 900°C em um tempo de 45 minutos, o que nos possibilitou fazer a análise gráfica através da curva de aquecimento conforme mostrado na Figura 3. Para medida da temperatura da superfície externa do forno utilizamos um termômetro digital laser, onde registramos um valor de 42°C, o que nos leva a concluir a eficácia do material refratário aplicado, pois a temperatura ambiente estava em torno de 27 °C.

Figura 3. Curva de aquecimento do forno.



Fonte: (Os autores).

Com as medidas da temperatura nas superfícies interna e externa do forno, podemos calcular ainda a taxa de transferência de calor para um cilindro homogêneo com raio interno r_i , raio externo r_{i+1} e comprimento L . Sendo T_i a

temperatura na cavidade interna, T_{i+1} a temperatura na sua superfície externa e $T(r)$ a distribuição de temperatura radial, a taxa de perda de calor q_p e a definição da resistência térmica R_t do cilindro são obtidas a partir da solução da equação de Fourier, Eq. (1), com as condições de contorno apropriadas (INCROPERA, 2008). Portanto, essas quantidades são dadas pelas seguintes expressões:

$$q_p = \frac{(T_i - T_{i+1})}{R_t} \quad (2)$$

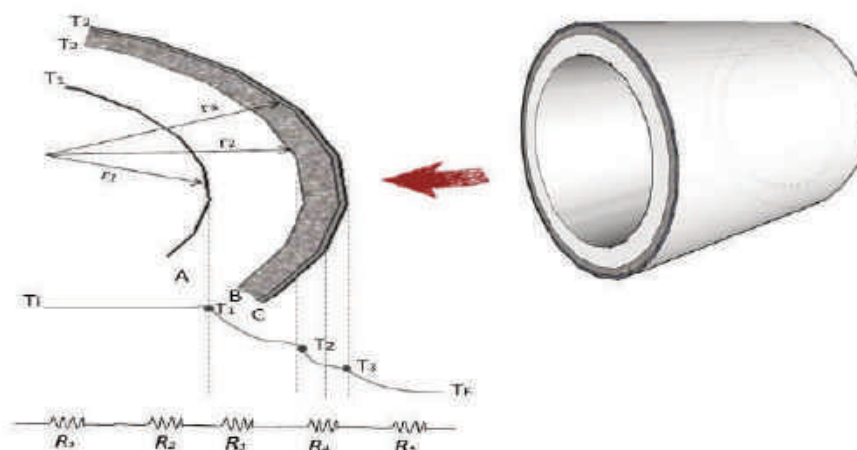
onde,

$$R_t = \sum_{i=1}^{i+1} \frac{\ln(R_i / R_{i+1})}{2\pi Lk} \quad (3)$$

Sabendo que os valores da condutividade térmica dos materiais utilizados para o desenvolvimento do forno (aço carbono: $k = 69,5 \text{ W/mK}$; tijolo refratário: $k = 0,026 \text{ W/mK}$; argamassa: $k = 0,72 \text{ W/m.K}$) e com as medidas de temperatura obtidas, podemos calcular o gradiente de temperatura, a taxa de calor q_p , a resistência térmica R_t e comparar os valores estimados pelas Eqs. (2-3) com os valores tabulados na literatura metalúrgica.

O fluxo de calor através das paredes do forno é afetado por uma série de resistências térmicas. A Figura 4 apresenta um esquema ilustrativo da distribuição de temperaturas e modos de transferência de calor que podem ocorrer ao longo do processo de aquecimento do forno com suas respectivas resistências térmicas, onde através da Eq. 3 obtemos as resistências: convecção na interface ar interno/refratário ($R_1 = 14,83 \text{ K/W}$); condução térmica no refratário/argamassa ($R_2 = 1,764 \text{ K/W}$) e aço/argamassa ($R_3 = 0,019 \text{ K/W}$); convecção na superfície externa aço/ambiente ($R_4 = 0,084 \text{ K/W}$); neste estudo inicial desprezamos a transferência de calor por radiação térmica. Com o cálculo das resistências térmicas, podemos obter o fluxo de calor, Eq. 4, aproximado para o forno sendo $q_p = 22 \text{ W}$. Os valores obtidos para as resistências térmicas e fluxo de calor concordam com aproximação aceitável com os valores tabulados na literatura metalúrgica (SOARES, 2000). Assim, podemos concluir que o aparato discutido nesse trabalho é uma excelente proposta didático-pedagógica para ensino de física, termodinâmica, transferência de calor e massa com boas possibilidades aprimoramento.

Figura 4. Distribuição de temperaturas e resistências térmicas na interface e nas paredes do forno.



Fonte: (Os autores).

4. Conclusão

A partir do estudo realizado, apresentamos o desenvolvimento e construção de um projeto simples, que envolve a análise da transferência de calor em um forno de fundição industrial. Notamos que a barreira de isolamento criado nas paredes do forno foi capaz de reter uma quantidade considerável de calor na parte interna do mesmo, tornando-o um equipamento eficiente e com baixa perda de energia. Foi possível ainda correlacionar a teoria física dos mecanismos de transferência de calor ao processo de fabricação na indústria metalúrgica através de fornos de fundição, aliando o estudo detalhado sobre os tratamentos térmicos e escolha de material a uma ampla e sólida base nos fundamentos da análise conceitual da teoria física. Podemos concluir ainda que o aparato apresentado neste trabalho pode ser adotado como uma proposta de instrumentação para o ensino de física e engenharia.

Referências

- GARCIA, R. L.; AMARAL, R. A.; ZABADAL, J.; PIBERNAT, C. C.; JUCHEM, F.; SCHMITZ, A. Resfriamento de um cilindro de aço: estudo experimental da convecção e radiação do calor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 39, nº 4, e4501 (2017).
- BURMEISTER, L. C., The Effect of Space-Dependent Thermal Conductivity on the Steady Central Temperature of a Cylinder, *Journal of Heat Transfer*, Vol. 124, pp. 195-213, 2002.
- ARNOSTI JR., S; INNOCENTINI, M. D. M.; PANDOLFELLI V. C. Variáveis críticas no processo de secagem de concretos refratários. *Cerâmica*, São Paulo, v. 45, n. 292-293, mar.-jun. 1999.
- SOARES, G. A.; *Fundição: Mercado, Processos e Metalurgia*. Abril, 2000.
- INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P.; BERGNAN, T.L.; LAVINE, A.S., *Fundamentos da Transferência de Calor e Massa* (LTC Editora, São Paulo, 2008), 6a ed., p. 38-50 e p. 73-75.

O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA COMO UMA FERRAMENTA DE ENSINO E MELHORAMENTO DA APRENDIZAGEM

THE USE OF EXPERIMENTS IN PHYSICS TEACHING AS A TEACHING TOOL AND IMPROVING LEARNING

Giovani Luz Andrade¹, Ian Lima Santana², Ferdinand Martins da Silva³

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB/DCET/E-mail: giovaniluz07uf@gmail.com

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB/DCET/E-mail: yan.2ksanlemes@gmail.com

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB/DCET/E-mail: ferdinand.silva@uesb.edu.br

Resumo

Percebe-se que a maioria dos alunos da educação básica possui certas dificuldades em relação ao uso de conceitos matemáticos aplicados a outras áreas, tais como a Física e a Biologia etc. No âmbito do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), trabalha-se com o objetivo de melhorar a educação. No subprojeto-Física, o conteúdo é trabalhado em sala de aula por meio de experimentos de baixo custo. O objetivo deste trabalho é discutir a utilização desses experimentos em turmas do Ensino Médio. A partir dos conteúdos do livro didático de Física, foram modelados e aplicados roteiros de experimentos para trabalhar os conceitos clássicos do movimento uniforme. Em seguida, os alunos realizaram os experimentos seguindo os roteiros disponibilizados. Pode-se constatar que a utilização de experimentos na aula de Física contribuiu para que os alunos pudessem compreender os conceitos e sua utilização em situações práticas. Além disso, a utilização de experimentos torna a aula mais dinâmica e provoca interação entre os discentes. Assim, conclui-se que os estudantes tiveram um bom desempenho tanto na relação dos conceitos físicos quanto na sua aplicação em situações práticas.

Palavras-chave: Ensino de Física; Educação; Experimentação; Dialogicidade; PIBID.

Abstract

It is noticed that most students of basic education have certain difficulties in relation to the use of mathematical concepts applied to other areas, such as Physics and Biology etc. Within the scope of PIBID (Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships), work is being done to improve education. In the Physics subproject, the content is worked on in the classroom by means of low-cost experiments. The aim of this paper is to discuss the use of these experiments in high school classes. Based on the contents of the Physics textbook, experiments were modeled and applied to work on the classic concepts of uniform movement. Then, the students performed the experiments following the scripts provided. It can be seen that the use of experiments in the Physics class contributed so that students could understand the concepts and their use in practical situations. In addition, the use of experiments makes the class more dynamic and causes interaction between

students. Thus, it is concluded that the students performed well both in relation to physical concepts and in their application in practical situations.

Keywords: Physics teaching; Education; Experimentation; Dialogicity; PIBID.

Introdução

Na atualidade, a crise pela qual a educação se encontra é perceptível notoriamente. As disciplinas de exatas são as mais atingidas pela falta de interesse dos alunos, uma vez que os conteúdos estudados e trabalhados em sala de aula são, em sua maior parte, desconexos da realidade, isto é, os discentes não conseguem aplicar a situações reais conceitos da área de Física e Matemática. Se não tem relevância, os alunos não demonstram o devido interesse, e, portanto, os educadores devem buscar formas que estimulem os alunos e uma dessas formas é o uso de experimentos.

O tema de experimentação no ensino de ciências, em particular o de Física, tem sido, desde algum tempo até hoje, o grande desafio para professores de diversos níveis de ensino. Logo, constitui-se um tema carente de discussão que deve ser tratado com ênfase, no que diz respeito à aprendizagem das ciências naturais em si. Como afirma Paulo Freire, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 2005, p.47), ou seja, ensinar é mostrar os caminhos que levam de fato a uma boa aprendizagem e não apenas transferir o que já se tem pronto. Consoante à Binsfeld e Auth “na atual conjuntura do ensino brasileiro, tem se denotado uma aprendizagem pautada na memorização, na transmissão e recepção, sem a relação com o contexto dos estudantes e pouca significação do conhecimento científico” (BINSFELD; AUTH, 2011, p.2) é justamente fazer o aluno memorizar aquilo que já está pronto, o que por sua vez não favorece o processo de ensino-aprendizagem.

Neste trabalho, apresenta-se os experimentos vivenciados e realizados durante as aulas em algumas turmas do ensino médio, quando professores supervisores foram auxiliados por bolsistas no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), Subprojeto-Física, durante o primeiro semestre de 2019. Naquele período, desenvolveu-se roteiros e experimentos que foram aplicados em sala de aula pelo professor supervisor e pelos bolsistas.

No PIBID, a metodologia comumente utilizada pelos bolsistas e supervisores, a qual é também a maior proposta do programa na disciplina de Física, é a aplicação de experimentos com materiais de baixo custo. E observa-se que, ao levar a proposta da criação de experimentos para a sala de aula, os alunos apresentam maior interesse na disciplina de Física, o que, ocasionalmente, quebra barreiras entre eles e a referida disciplina. Além disso, os experimentos permitem que os alunos consigam relacionar os conceitos trabalhados com situações da vida real.

Considerando ainda que tais experimentos utilizados são de baixo custo, é possível a realização de tais experimentos em qualquer ambiente, já que os materiais utilizados podem ser facilmente encontrados. Com isso, o objetivo da utilização de experimentos é sensibilizar os discentes com situações em que os conceitos do movimento uniforme possam ser visualizados a partir da prática antes mesmo de o professor apresentá-los formalmente por meio do livro didático ou da

exposição didática. A ideia principal foi apresentar aos alunos uma introdução experimental real por trás das leis e dos conceitos envolvidos nos experimentos, para que pudessem ser observados de modo intuitivo experimental, facilitando assim a abordagem dos conceitos e, sobretudo uma melhoria no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem.

Logo é de se observar, perante este trabalho, a importância da realização de experimentos no ensino de Física com alunos do ensino médio e ainda poder trazer subsídios para o ensino de conteúdos em sala de aula. Além disso, criam-se laços muito importantes entre os bolsistas do PIBID e os alunos das determinadas turmas por meio dessa parte prática. Sabe-se que existe uma necessidade de criar laços de confiança para com os alunos a fim de conhecê-los intrinsecamente e dessa forma, promover atividades que realmente funcionem no individual e no coletivo.

Assim, com o intuito de investigar como o uso de experimentos pode auxiliar no ensino de Física no ensino médio, desenvolveu-se dentro do subprojeto-Física uma ação de coparticipação entre os bolsistas do PIBID e algumas turmas de instituições públicas que fazem parte desse programa. A justificativa para essa pesquisa se dá em razão da dificuldade que os alunos possuem de apropriar dos conceitos físicos e matemáticos e aplicá-los em situações reais. Portanto, investigar novas formas de ensinar Física se torna cogente pois auxilia para a discussão das teorias da aprendizagem e educacional, com o intuito de diminuir a discrepância entre o conceito formal e sua aplicação prática.

Fundamentação Teórica

Quando se trata do ato de ensinar, deve-se sobretudo, falar dos obstáculos e desafios envolvidos. Pode-se verificar que grande parte dos educadores possuem dificuldades de criar caminhos e possibilidades para construir um meio que tire os alunos do comum, de modo que faça com que eles possam abrir suas mentes para novos conhecimentos, a partir de ideias novas e conceitos inovadores baseados em experiências com a vida real. Essa nova forma de trabalhar o conteúdo permite que os alunos saiam apenas da imaginação dos problemas e conceitos tratados em sala de aula e não os limita somente ao livro didático, fazendo com que os conceitos e os conteúdos se tornem significativos a partir de situações reais.

Todavia, para chegar ao conhecimento, é necessário que tanto o professor quanto o aluno sejam estimulados de modo que desperte o ser curioso que habita em seu interior e conseqüentemente obter conclusões do que foi aprendido (e isso pode continuar como um ciclo), abrangendo cada vez mais novos conhecimentos. De tal modo, o aluno deve ser tratado pelo professor como um ser capaz e apto a obter conhecimento significativamente, ou seja, o passo a passo leva ao conhecimento. Assim sendo, o aluno não deve ser tratado como uma máquina que cada vez mais só recebe informações de seu professor. Os dois conceitos supracitados são centrais para a Teoria da Aprendizagem significativa de David P. Ausubel.

A Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel rompe com o estigma de que o aluno é uma máquina pronta para receber informações de seu professor. Ela veicula a necessidade do empoderamento por parte dos educadores de ferramentas que acelerem o processo criativo de forma a desmistificar a educação e diversificar a aprendizagem. Para Ausubel (1982), aprender significativamente é ampliar e

reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos.

Para que haja aprendizagem significativa, a dialogicidade precisa se materializar e encontrar espaço na amplidão de conteúdos ministrados em sala de aula. A dialogicidade tem papel fundamental na teoria Freiriana. Nas palavras de Freire (2005):

O diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu. Esta é a razão por que não é possível o diálogo entre os que querem a pronúncia do mundo e os que não querem; entre os que negam aos demais o direito de dizer a palavra e os que se acham negados deste direito (FREIRE, 2005, p. 91).

Da citação acima, pode-se verificar que o diálogo é, por natureza, a essência da educação. É por meio da palavra que os indivíduos se colocam no mundo e, portanto, todos têm o direito de falar e ouvir. Logo, a aprendizagem significativa só pode ocorrer em ambientes onde o diálogo é imperativo. Além disso, Matui (1995) pontua que o papel do professor é o de mediar a interação do aluno e o objeto de conhecimento. Nesse sentido, as aulas expositivas e o trabalho apenas com o livro didático não constituem como as melhores formas de trabalhar o conteúdo, já que o professor é a fonte de conhecimento. Todavia, como afirma Freire (2005), a educação pautada na dialogicidade se constrói de forma horizontal, na qual os estudantes e o mediador escolhem os temas a serem trabalhados a partir das vivências. Dar significação às coisas e ao universo constitui uma das maiores fontes de prazer do ser humano, e esse processo ocorre do nascimento até a morte do indivíduo.

A aprendizagem, segundo Ausubel (1982), para ser significativa, necessita provocar interação e não uma simples associação de informações. As novas ideias armazenadas se tornarão significativas a partir da relação entre os conhecimentos já estabelecidos no espaço cognitivo do indivíduo e as novas informações que ocorrem na construção do conhecimento.

Esse processo de armazenamento de ideias estabelece uma hierarquia conceitual, acentuando o conteúdo do cognitivo de acordo com sua aproximação na vida do indivíduo. Esses conteúdos criam, entre si, uma rede de significados e estabelecem um “elo” através de relações, incentivando o pensamento lógico, real, individual e coletivo. Os conhecimentos prévios, já enraizados, são considerados por Ausubel (1982) como “subsunções”, ou seja, incluir alguma coisa em algo ainda maior.

Tipos de Aprendizagem Significativa

De acordo com Ausubel (1982), há três tipos de aprendizagem significativa: representacional, conceitual e proposicional. A aprendizagem representacional é aquela em que os outros dois tipos de aprendizagem se fazem dependentes. Por meio dela, atribui-se significados a determinados símbolos – é uma função do símbolo com seu referente.

A aprendizagem de conceitos é também representacional, pois estabelece conceitos, também representados por conceitos particulares, ou seja, aquela palavra “cadeira” que se junta ao objeto cadeira de forma substantiva e não arbitrária, pode

agora, por conceituação, representar qualquer tipo de cadeira em qualquer cidade, região, país etc.

A aprendizagem proposicional busca constituir o significado de ideias por proposição e não isoladamente, ou seja, é da junção das partes que o todo se expressa. Para isso é necessário aprender as partes para compreender o “todo”. Sobre este aspecto, podemos imaginar um navio, que para ser construído é necessária uma compreensão de mecânica, física, dimensão etc.

Experimentação no ensino de Física

A experimentação no ensino de Física é uma discussão muito relevante no meio acadêmico, pode-se constatar que ela auxilia os estudantes na compreensão e na elaboração de conceitos envolvidos nos experimentos, de modo a favorecer o estabelecimento de relações entre um elo do mundo dos conceitos teóricos e do mundo prático envolvendo tais conceitos. Ainda assim, há na literatura alguns trabalhos que tratam da temática. Outra questão relevante é a crença de que as atividades experimentais da área de Física precisam ser feitas em salas especiais, adaptadas para isso. Santos, Piassi e Ferreira (2004) afirmam que há uma série de experimentos que podem ser feitos em sala de aula normal, mas que é deixado de lado. Assim, traz à tona também a forma como esses professores tiveram contato com a experimentação durante sua formação acadêmica.

Desse modo, objetivando que os experimentos realizados em sala de aula tenham a devida eficácia, é de extrema importância que o professor conheça o perfil dos estudantes com quem ele está trabalhando, as dificuldades e o nível de conhecimento que os estudantes já possuem, de modo que os experimentos sejam montados de modo característico. Por isso, cada experimento poderá ser vivenciado de forma diferente a depender das turmas trabalhadas.

Metodologia

Com a intenção de responder as questões levantadas neste trabalho, foram utilizados os seguintes procedimentos: planejamento, roteiros e observações pelos bolsistas do PIBID; montagem e realização dos experimentos pelos alunos. Assim foi possível verificar a interação do mundo dos conceitos teóricos com o mundo prático por parte dos alunos em sala de aula. Por meio das observações e discussões em sala de aula, pode-se perceber que os alunos conseguiram relacionar os conceitos teóricos com a prática.

De início, os alunos foram divididos em grupos de quatro a seis integrantes, visando também a interação entre eles, e, em seguida, foram entregues a eles os roteiros contendo os procedimentos de realização dos experimentos e os equipamentos experimentais para montagem.

Resumo dos Roteiros dos Experimentos

Tabela 1 - Modelagem de um Movimento Uniforme (MU).

Experimento I – Modelagem de um Movimento Uniforme (MU) (adaptado de PIETROCOLA <i>et al.</i> , 2016).
Nesse experimento, foi possível a modelagem de um movimento uniforme com razoável precisão. Determinou-se também a velocidade e a equação horária do

movimento de ascensão do nível de água em uma jarra ou garrafa sob o despejamento de água.
--

Tabela 2 - Movimento Uniforme – Determinação da Velocidade em função do Tempo (I).

Experimento II – Movimento Uniforme – Determinação da Velocidade em função do Tempo (I) (adaptado de BISQUOLO, 2019).
Determinou-se a velocidade de um móvel que se desloca com velocidade constante. Tem-se então, um roteiro para um experimento prático sobre movimento uniforme, na qual o aluno tinha como dever determinar a velocidade do móvel com a velocidade constante.

Tabela 3 - Movimento Uniforme – Determinação da Velocidade em função do Tempo (II).

Experimento III – Movimento Uniforme – Determinação da Velocidade em função do Tempo (II)
Este experimento serviu para mostrar que para um objeto que se move com velocidade constante, a distância percorrida em diferentes intervalos de tempo iguais e sucessivos é sempre a mesma, ou seja, ela se mantém em qualquer intervalo de tempo igual.
A ideia do Experimento consistiu em observar o movimento de uma bolinha abandonada em um tubo feito de cartolina, quando este é deixado em repouso e com certa inclinação. Uma bolinha, nessas condições, possui a curiosa (porém explicável) propriedade de se deslocar com velocidade constante. Fez-se uma montagem no qual o suporte do tubo é uma régua. Assim, com o auxílio de um relógio ou cronômetro, pôde-se medir distâncias e tempos de intervalos sucessivos. Pôde-se também comprovar com razoável qualidade que a bolinha se desloca com velocidade constante.

Tabela 4 - Leis de Newton.

Experimento IV – Leis de Newton
Nesse experimento, foi possível introduzir aos alunos os conceitos presentes nas três Leis de Newton do movimento, a ideia principal foi apresentar aos alunos uma introdução experimental real por trás das Leis de Newton, para que pudessem ser observadas de modo intuitivo experimental, facilitando assim a abordagem das leis e conceitos vigentes e sobretudo uma melhoria no que diz respeito ao ensino-aprendizagem dos alunos.

Discussão

A atuação dos discentes bolsistas do PIBID como coparticipantes no processo de ensino e aprendizagem possui um caráter significativo, cujo foco é ensinar e aprender em conjunto. A introdução dos licenciandos em Física, no âmbito escolar, é de extrema importância para a compreensão de tal ambiente como foco futuro de atuação.

Após a aplicação e realização dos experimentos, o professor ministrou formalmente o conteúdo relacionado ao tema trabalhado de forma prático-intuitiva. Percebeu-se que os alunos assimilaram o conteúdo com o que foi feito no experimento, uma vez que os discentes correlacionaram os conteúdos do livro didático e a explicação do professor com as situações decorridas do experimento. Essa correlação perante a teoria de Ausubel é uma aprendizagem significativa, aquela em que os alunos por meio de representações (os experimentos realizados)

e dos conceitos (princípios físicos envolvidos), estabeleceram seus entendimentos de modo significativo. Assim, as comparações e facilidades de abordagem fizeram com que o conteúdo ficasse mais interessante, e isso contribuiu para que os alunos tivessem facilidade de compreensão do assunto estudado.

Pode-se verificar que a aplicação dos conteúdos em sala de aula pelo professor supervisor, fez com que os alunos interagissem fazendo relações com a prática experimental, por exemplo, definindo conceitos relacionados ao Movimento Uniforme (UM), em que eles conceituaram que um corpo não está apenas em repouso quando o mesmo está parado, mas também quando este está em movimento retilíneo e uniforme e que sairia do repouso quando uma força fosse aplicada, causando alteração no estado de repouso do mesmo, conforme a realização do experimento IV. O princípio básico dos experimentos é o MU, que é modelado de várias formas de acordo com cada experimento. Nessa perspectiva, isso constitui também uma aprendizagem significativa, a proposicional, que os discentes buscaram aprender as partes para compreender o “todo” do que descreve o MU.

De acordo a teoria de Ausubel, pode-se dizer que as novas ideias armazenadas pelos alunos se tornaram significativas a partir da relação entre os conhecimentos já estabelecidos no espaço cognitivo deles e as novas informações que ocorrem na construção do conhecimento; a experimentação e as aulas ministradas pelo professor. Nesse sentido e a partir das situações acima descritas, pode-se constatar a importância da utilização de experimentos nas aulas de Física, como forma de deixar a aula mais interessante e sobretudo dinâmica, saindo da rotina básica que é só ministrar conteúdo no quadro-branco e a participação dos alunos faz com que a aula se torne mais interessante e curiosa. Conforme Gonçalves e Denardin “Sabe-se que a física é vista pelos estudantes como uma componente curricular difícil e seus conteúdos são abstratos e complexos” (2019, p.135). Então, a utilização de experimentos de fato quebra esse estereótipo, de modo que facilite a interação dos alunos com esse tipo de atividade e constitua seu entendimento de modo mais intenso; tornando sua aprendizagem significativa.

Conclusão

O uso de experimentos no ensino de Física é, de fato, uma ferramenta de grande importância, principalmente porque se trata de uma compreensão melhor dos fenômenos envolvidos nos conteúdos e uma relação com a realidade. Desse modo, foi possível notar, por meio de observações em sala de aula, o bom desempenho dos alunos ao relacionar a teoria com a experimentação, fazendo-os observar na prática os conceitos físicos que somente com o livro didático os fazem ficar presos em um mundo abstrato.

Adicionalmente, o uso de experimentos em sala de aula traz uma nova dinâmica para o processo de ensino-aprendizagem e que, possa de fato tornar a aprendizagem dos alunos significativa. Assim, esse método de ensino permite que os alunos interagem mais entre si, dialogando e construindo seu conhecimento a partir do eixo horizontal, pois consoante Freire (2005) a educação só pode ser sustentada no diálogo. Portanto, os momentos de interação durante a realização dos experimentos se configuram como uma oportunidade única da construção do conhecimento e tal conhecimento pode ser depois verificado quando o professor trabalha o conteúdo de modo formal.

Conforme a citação a seguir:

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) é um programa desenvolvido pela Capes com intuito de proporcionar a inserção de alunos de licenciatura nas escolas públicas, de modo a favorecer a formação acadêmica desses licenciandos. O programa objetiva colocar os discentes dos cursos de licenciatura em contato com a realidade da escola pública para que eles reflitam, ainda na graduação, sobre o papel do docente em tal ambiente, de maneira a consolidar as bases para a formação inicial dos professores (CAPES, 2008 apud PEREIRA et al., 2019, p.186-187).

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), através dos dois núcleos de atuação no Subprojeto-Física, está seguindo o caminho “certo” para um melhoramento significativo da educação no ensino de Física com uma ciência. Assim, a interação com o ambiente escolar possibilitou e possibilita uma visão mais ampla e sobretudo diferenciada sobre a sala de aula como ambiente de trabalho e como uma aplicação do saber científico. Um dos aspectos mais importantes do programa é a dinâmica com que os conteúdos são tratados em seu desenvolvimento, contribuindo então para o ensino-aprendizagem de todos os envolvidos.

Referências

- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BINSFELD, Silvia Cristina.; AUTH, Milton A. A experimentação no ensino de Ciências da Educação Básica: constatações e desafios. In: VIII ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Campinas, SP). Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2011, Campinas, SP. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2011, p. 1-10.
- BISQUOLO, P. A. Física - Movimento uniforme, Educação – 2019, p.4 – 6.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia - saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- GONÇALVES, R. Lopes; DENARDIN, L. Elaboração de materiais de realidade aumentada por estudantes de ensino médio: impactos e possibilidades. REnCiMa, v. 10, n.6, p. 126-141, 2019.
- IZIDORO, E.; PIASSI, L. P.; FERREIRA, N. C. Atividades Experimentais de Baixo Custo como Estratégia de Construção da Autonomia de Professores de Física: Uma Experiência em Formação Continuada. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas, MG. Atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física, 2004. v. 9.
- MATUI, J. Construtivismo: Teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino. São Paulo: Moderna, 1995.
- PEREIRA, Márcio; PEREIRA, Iohana Barbosa; CARVALHO, Frank Viana. Importância do Pibid na formação dos discentes do curso de Licenciatura em ciências biológicas do instituto federal de São Paulo – campus São Roque (SP). REnCiMa, v. 10, n., p. 185-202, 2019.
- PIETROCOLA, M.; POGIBIM, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. Física em contextos I, 1. Ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2016. – (Coleção Física em Contextos).

PRINCÍPIO DA COMPLEMENTARIDADE EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO SUPERIOR: UMA DISCUSSÃO À LUZ DA SOCIOLOGIA SIMÉTRICA DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

COMPLEMENTARITY PRINCIPLE IN UNDEGRADUATE TEXTBOOKS: A DISCUSSION SUPPORTED BY THE SYMMETRICAL SOCIOLOGY OF SCIENCE EDUCATION

Jaíne Alvarenga da Cruz¹, Nathan Willig Lima²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física, jaine.ac@hotmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Nathan.lima@ufrgs.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é identificar os diferentes elementos que compõem o Princípio da Complementaridade proposto por Niels Bohr e analisar se tais elementos estão presentes em textos didáticos de Física Quântica do Ensino Superior, o que pode ser uma medida de estabilização ontológica do princípio de acordo com as discussões da Sociologia Simétrica da Educação em Ciências. Para tanto, analisamos artigos originais de Bohr e a literatura especializada, adotando a diferenciação de Weizsäcker em três tipos de complementaridade: dualidade onda-partícula, paralela e circular. No quadro da Sociologia Simétrica da Educação em Ciências, cada tipo pode ser entendido como um diferente envelope de proposições, que caracteriza uma determina rede sociotécnica e um conjunto específico de *performances*. Na sequência, investigamos quais dessas proposições da complementaridade estão presentes em trinta e quatro livros de Física Quântica do Ensino Superior. Nossos resultados apontam que 48% dos livros não falam de complementaridade, 36% dos livros falam de dualidade onda-partícula, 33% falam da dualidade paralela e apenas 9% falam da dualidade circular (soma-se mais do que 100% pois há livros que falam de mais de uma). Nenhum livro fala de implicações filosóficas. Tais resultados apontam que a Complementaridade parece não ter sido um conceito autonomizado na Física Quântica, e os livros que a apresentam reduzem seu significado original.

Palavras-chave: Complementaridade, Física Quântica, Livros Didáticos, Ensino Superior, Livro Didático

Abstract

The objective of this work is to identify the different elements that make up the Complementarity Principle proposed by Niels Bohr and to analyze whether these elements are present in undergraduate Quantum Physics textbooks, which can be a measure of ontological stabilization of the principle according to the discussions of the Symmetric Sociology of Science Education. In order to do so, we analyzed original articles by Bohr and the specialized literature, adopting Weizsäcker's differentiation in three types of complementarity: wave-particle, parallel and circular

duality. Within the framework of the Symmetric Sociology of Science Education, each type can be understood as a different envelope of propositions, which characterizes a specific socio-technical network and a specific set of performances. Then, we investigate which of these complementarity proposals are present in thirty-four Quantum Physics books in Higher Education. Our results show that 48% of the books do not speak of complementarity, 36% of the books speak of wave-particle duality, 33% speak of parallel duality and only 9% speak of circular duality (the sum is more than 100% because there are books that speak of more than one). No book speaks of philosophical implications. Such results indicate that Complementarity does not seem to have been an autonomous concept in Quantum Physics, and the books that present it reduce its original meaning.

Keywords: Complementarity, Quantum Physics, Textbooks, Undergraduate Physics

Introdução

É comum encontrarmos a concepção de que a Interpretação de Copenhague foi a proposição que se tornou hegemônica após a axiomatização da Teoria Quântica ao final da década de 20 (CARROL, 2019). De fato, a valorização da investigação filosófica na Física Quântica e do desenvolvimento de outras interpretações aparece como um fenômeno histórico tardio no desenvolvimento dessa Teoria (FREIRE JR, 2015). De acordo com Heisenberg (HEISENBERG, 1996), a Interpretação de Copenhague é baseada em três pilares: o princípio da incerteza, a interpretação probabilística de Born e o Princípio da Complementaridade.

Uma forma de avaliar a influência de uma determinada tese ou conceito na estrutura de uma teoria é verificando sua incorporação nos livros didáticos usados para formar cientistas, pois como já caracterizara Thomas Kuhn (KUHN, 1996), os cientistas aprendem os problemas exemplares, os domínios de sua disciplina e os métodos característicos através desses manuais de instrução.

O objetivo desse trabalho, portanto, é fazer um recorte do problema proposto e investigar, especificamente, a apresentação do Princípio da Complementaridade em livros didáticos de Física Quântica usados no ensino superior, avaliando sua relação com a concepção original de Bohr (1928, 1995a). De forma mais específica, ao longo do trabalho, trataremos das seguintes questões de pesquisa: a) O que Bohr entendia por Princípio da Complementaridade? B) Os livros de Física Quântica de ensino superior falam sobre o Princípio da Complementaridade? C) Quais componentes do pensamento de Bohr estão presentes nos livros didáticos e quais foram apagados?

Referencial Teórico Metodológico

Partimos do quadro teórico estabelecido pela Sociologia Simétrica da Educação em Ciências (LIMA *et al.*, 2018). De acordo com essa proposta, uma proposição científica é estabelecida pela rede sociotécnica que ela mobiliza e pelo conjunto de *performances* que ela atribui a determinado ator (humano ou não-humano). Ademais, toda proposição passa por um processo de estabilização, sendo modificado ao longo de tal trajetória, ou, até mesmo, podendo ser desestabilizado

(nesse caso, ao invés de ser considerado um fato, a proposição passa a ser considerada um artefato). Uma forma de analisar tal trajetória de estabilização é avaliando como os livros didáticos narram tal proposição (LIMA *et al.*, 2018). Mais especificamente, pode-se quantificar a presença de uma determinada proposição nos textos como uma medida de tal estabilização.

Metodologia

O estudo se trata de uma pesquisa qualitativa, apoiada nas premissas metodológicas da Sociologia Simétrica da Educação em Ciências (LIMA *et al.*, 2018). Os passos adotados foram os seguintes: foi feita, primeiramente, uma leitura de fontes históricas secundárias sobre o princípio da Complementaridade (JAMMER, 1966). Essa leitura foi realizada com o intuito de se obter uma primeira visão sobre o princípio da complementaridade, assim como para se identificar as fontes primárias relevantes sobre o assunto. Foram, então, estudados trabalhos originais do Bohr (1928, 1995a). Após uma primeira etapa de interpretação, foi identificado três proposições¹ diferentes de Complementaridade, como identificadas por Weizsäcker (JAMMER, 1966). Cada proposição enseja uma determinada visão de mundo, discorre sobre características específicas da natureza quântica e envolve um conjunto de experimentos. Fizemos uma caracterização de cada proposição (a qual é apresentada na próxima seção). Na sequência, interpretamos qualitativamente os enunciados de 34 livros didáticos do ensino superior sobre Princípio da Complementaridade (obtidos a partir de ementas de disciplina de Física Quântica e sugestões de professores de Física Quântica do ensino superior), identificando a qual dos três tipos de proposição eles se relacionavam. Por fim, quantificamos a importância relativa de cada proposição na amostra de livros analisada.

As Três Proposições do Princípio da Complementaridade

O princípio da complementaridade foi apresentado pela primeira vez por Niels Bohr em 1927 durante uma palestra em Como (JAMMER, 1966), e passou a ser aplicado em diversas situações na física quântica. De uma forma geral, o princípio diz respeito a impossibilidade de se obter informações sobre dois conceitos simultaneamente, sendo esses conceitos igualmente necessários para se descrever um fenômeno por completo. Entende-se que Bohr (1928) chegou à proposição do Princípio da Complementaridade após a publicação de Heisenberg sobre o Princípio da Incerteza. O físico alemão queria resolver, definitivamente, as confusões entre as concepções ondulatória e corpuscular. Como Bohr apontou, entretanto, a proposta de Heisenberg não só não resolvia o conflito como dependia dele. Assim, Bohr apresenta sua visão conectando o princípio da incerteza, a dualidade onda partícula e, como discute Weizsäcker, a complementaridade entre coordenação espaço-temporal e causalidade (JAMMER, 1966). Ou seja, pode-se identificar três proposições diferentes de Complementaridade (cada qual com sua rede sociotécnica e sua visão de mundo): a complementaridade onda-partícula refere-se à natureza dual da radiação e da matéria; a complementaridade paralela é aquela que diz respeito a duas grandezas de um mesmo modelo físico que não podem ser

¹ Proposição é o termo usado na Sociologia Simétrica para designar um actante, ou seja, um ator do mundo natural. A definição de uma proposição está relacionada à definição de uma rede sociotécnica e um conjunto de performances específico.

medidas com precisão absoluta, devido aos aparatos experimentais necessários para medi-las (Princípio da Incerteza); por fim, a circular refere-se à descrição causal e à coordenação espaço-temporal, isto é, a complementaridade entre a descrição feita por meio da equação de Schrödinger e por meio de uma mediação.

Para Niels Bohr (1995a), a aplicação do conceito de complementaridade não se limita a um ramo da física. No seu artigo *Filosofia Natural e Culturas Humanas*, por exemplo, ele nos mostra que as diferentes culturas humanas podem ser vistas como complementares entre si, de uma forma similar aos diferentes modelos físicos da luz, no sentido de que cada uma dessas culturas são um meio diferente pelo qual as potencialidades da vida humana podem se manifestar. Diferentemente do modelo físico, as culturas humanas não são absolutamente excludentes, pois dificilmente existe uma cultura em que possa se dizer ser plenamente autônoma. Encontramos também aplicações na área da biologia nos textos *Luz e Vida* (BOHR, 1995b) e *Biologia e Física Atômica* (BOHR, 1995c).

A estabilização do Princípio da Complementaridade em Livros Didáticos do Ensino Superior

Pode-se ter o indicativo da estabilização de uma proposição nos textos didáticos quantificando o número de vezes que ela é mobilizada em uma amostra de livros exemplares. Nesse sentido, observou-se que nenhum dos livros analisados deixa explícita a existência de mais de um tipo de complementaridade, apesar de, em alguns casos, haver exemplos de aplicação do princípio em situações diversas, dando a possibilidade de atribuir, durante a análise, mais de um tipo de complementaridade ao mesmo livro. Também não foi encontrada nenhuma discussão sobre as implicações filosóficas do princípio.

O seguinte trecho, por exemplo, apresenta a seguinte definição de complementaridade como dualidade onda partícula: “O princípio da complementaridade afirma que os modelos ondulatório e corpuscular da matéria ou da radiação se complementam mutuamente. Nenhum dos modelos pode ser utilizado exclusivamente para descrever adequadamente a matéria ou a radiação.” (SERWAY; JEWETT, 2010). No seguinte trecho, exemplificamos a complementaridade paralela : “Bohr, na sua interpretação da mecânica quântica, parte do princípio da complementaridade, segundo o qual existem duas classes de sistemas experimentais possíveis. Uma permite a determinação das relações de momento-energia e a outra das relações de espaço-tempo. O uso simultâneo de ambos é, em princípio, impossível.” (BLOKHINTSEV, 1964). Por fim, trazemos um exemplo de complementaridade circular: “Existe, como Bohr expressa, uma complementaridade entre a possibilidade de definir eventos em uma sequência de tempo e a possibilidade de descrevê-los causalmente (predições). A interação com uma parte do aparato, no qual pode nos ensinar algo sobre as propriedades do sistema num momento definido, irá conduzir a uma quebra abrupta na cadeia causal de eventos. Do ponto de vista de se construir conceitos físicos, esta interação pode ser considerada, em princípio, indescritível”. (KRAMERS, 1964).

Na tabela 1 encontra-se o resultado do mapeamento do conceito de complementaridade nos livros didáticos de ensino superior. Na coluna um encontra-se a data da primeira publicação do livro; na coluna dois encontram-se os autores do livro seguido da data da publicação da edição analisada; nas colunas três, quatro,

cinco e seis está sinalizada a proposição da complementaridade mobilizada pelo livro: 1: Onda-partícula. 2: Paralela. 3: Circular. NA: não se aplica.

Tabela 1: Resultado do mapeamento do conceito.

Ano da publicação	Livro	1	2	3	NA	Ano da publicação	Livro	1	2	3	NA
1928	(RICHTMYER; KENNARD, 1947)				x	1978	(FOCK, 1986)	x	x		
1935	(PAULING; WILSON, 1935)				x	1980	(LIBOFF, 2003)				x
1937	(C. KEMBLE, 1937)				x	1980	(PAULI, 1980)		x		
1938	(DUSHMAN, 1938)				x	1980	(SHANKAR, 1994)				x
1949	(I. SCHIFF, 1968)		x			1985	(SAKURAI, 1993)				x
1951	(BOHM, 1951)	x	x			1989	(GREINER, 2001)		x		
1958	(LANDAU; LIFSHITZ, 1977)				x	1991	(GOSWAMI, 1997)	x	x		
1961	(MERZBACHER, 1998)	x				1995	(GRIFFITHS, 2005)	x			
1961	(MESSIAH, 1961)	x	x	x		1998	(NUSSENZVEIG, 1998)				x
1961	(POWELL, 1961)				x	2000	(TIPLER; LLEWELLYN, 2012)				x
1962	(FONG, 1962)	x	x	x		2005	(COHEN-TANNOUJJI; DIU; LALOE, 2005)				x
1964	(BLOKHINTSEV, 1964)		x			2006	(CARUSO; OGURI, 2006)				x
1964	(KRAMERS, 1964)		x	x		2007	(YOUNG; FREEDMAN, 2007)	x			
1966	(GOTTFRIED; YAN, 2003)	x	x			2007	(HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007)				x
1968	(ALONSO; FINN; WILSON, 1968)				x	2009	(AULETTA; FORTUNATO; PARISI, 2009)	x			
1974	(EISBERG; RESNICK, 1985)	x				2010	(SERWAY; JEWETT, 2010)	x			
1974	(GASIOROWICZ, 2003)				x		TOTAL=33	12	11	3	16

A partir dos dados da tabela 1, pode-se inferir que 48% dos livros não falam de complementaridade, 36% dos livros falam de dualidade onda-partícula, 33% falam da dualidade paralela e apenas 9% falam da dualidade circular (soma-se mais do que 100% pois há livros que falam de mais de uma). Com isso, observa-se que o conceito de complementaridade é fortemente associado à dualidade onda partícula, reduzindo a discussão original de Bohr. Ademais, nenhum livro fala sobre implicações filosóficas do Princípio da Complementaridade.

Considerações Finais

Apresentamos um trabalho preliminar sobre a autonomização do Princípio da Complementaridade em livros didáticos. De acordo com o quadro teórico da Sociologia Simétrica da Educação em Ciências, nossa conclusão sobre os resultados apresentados é que o princípio não foi totalmente autonomizado, pois quase metade dos livros não fala de complementaridade, além de se perceber uma

privilegação da dualidade onda-partícula em detrimento das outras proposições. Percebe-se também uma desvalorização da dimensão filosófica proposta por Bohr, reduzindo a proposição à sua dimensão técnica.

Referências

ALONSO, Marcelo; FINN, Edward J.; WILSON, Fred L. **Fundamental University Physics, Vol. 3: Quantum and Statistical Physics**. Boston: Addison-Wesley Publishing Company, 1968.

AULETTA, Gennaro; FORTUNATO, Mauro; PARISI, Giorgio. **Quantum mechanics**. Cambridge: Cambridge university press, 2009.

BLOKHINTSEV, D. I. **Quantum mechanics**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1964.

BOHM, David. **Quantum Theory**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1951.

C. KEMBLE, Edwin. **The Fundamentals Principles of Quantum Mechanics with elementary applications**. New York: McGraw-hill book company, 1937.

CARROL, Sean. **Something Deeply Hidden: Quantum Worlds and the Emergence of Spacetime**. New York: Dutton books, 2019.

CARUSO, Francisco; OGURI, Vitor. **Física Moderna origens clássica e Fundamentos Quânticos**. Amsterdam: Elsevier, 2006.

COHEN-TANNOUJDI, Claude; DIU, Bernard; LALOE, Franck. **Quantum Mechanics - Vol 1**. Weinheim: Wiley-VCH, 2005.

DUSHMAN, Saul. **The Elements of Quantum Mechanics**. Hoboken: John Wiley & Sons, 1938.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles, 2nd Edition**. Hoboken: John Wiley & Sons, 1985.

FOCK, V. A. **Fundamentals of Quantum Mechanics**. Moscow: Mir Publishers, 1986.

FONG, Peter. **Elementary Quantum Mechanics**. Boston: Addison-Wesley Publishing Company, 1962.

FREIRE JR, Olival. **The Quantum Dissidents: Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)**. Berlim: Springer, 2015.

GASIOROWICZ, Stephen. **Quantum Physics**. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.

GOSWAMI, Amit. **Quantum Mechanics**. 2. ed. Long Grove: Waveland Press, Inc., 1997.

GOTTFRIED, Kurt; YAN, Tung-mow. **Quantum mechanics: Fundamentals**. 2. ed. Berlim: Springer, 2003.

GREINER, W. **Quantum Mechanics An Introduction**. 4. ed. Berlim: Springer, 2001.

GRIFFITHS, David J. **Introduction to Quantum Mechanics**. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson Education International, 2005.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamental of Physics Extended**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.

HEISENBERG, Werner. **A Parte e o Todo**. São Paulo: contraponto, 1996.

I. SCHIFF, Leonard. **Quantum mechanics**. 3. ed. New York: McGraw-hill book company, 1968.

JAMMER, Max. **The conceptual development of quantum mechanics**. New York: McGraw-hill book company, 1966.

KRAMERS, H. A. **Quantum Mechanics**. Mineola: Dover Publications, 1964.

KUHN, Thomas. **The structure of Scientific Revolutions**. 3. ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

LANDAU, L. D.; LIFSHITZ, E. M. **Quantum Mechanics Non-relativistic Theory vol. 3**. 3. ed. Oxônia: Pergamon Press, 1977.

LIBOFF, Richard L. **Introductory Quantum Mechanics**. 4. ed. Boston: Addison Wesley, 2003.

LIMA, Nathan Willig *et al.* Um Estudo Metalinguístico sobre as Interpretações do Fóton nos Livros Didáticos de Física Aprovados no PNLDEM 2015: Elementos para uma Sociologia Simétrica da Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18(1), p. 331–364, 2018.

MERZBACHER, Eugen. **Quantum Mechanics**. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 1998.

MESSIAH, Albert. **Quantum mechanics volume I**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1961. v. 1

NIELS, Bohr. The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory. **Nature**, v. 121, n. 3050, p. 580–590, 1928.

NIELS, Bohr. **Física Atômica e Conhecimento Humano: ensaios 1932-1957**. Rio de Janeiro: contraponto, 1995 a.

NIELS, Bohr. Luz e vida. *In*: **Física Atômica e Conhecimento Humano ensaios 1932-1957**. Rio de Janeiro: contraponto, 1995 b. p. 5–16.

NIELS, Bohr. *Biologia e Física Atômica. In: Física Atômica e Conhecimento Humano ensaios 1932-1957*. Rio de Janeiro: contraponto, 1995 c. p. 17–28.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica 4 Ótica Relatividade Física Quântica**. São Paulo: Editora Blucher, 1998.

PAULI, Wolfgang. **General Principles of Quantum Mechanics**. Berlim: Springer-verlag, 1980.

PAULING, Linus; WILSON, E. Bright. **Introduction Quantum Mechanics with Applications to Chemistry**. New York: McGraw-hill book company, 1935.

POWELL, John. **Quantum Mechanics**. Boston: Addison-Wesley Publishing Company, 1961.

RICHTMYER, F. K.; KENNARD, E. H. **Introduction to Modern Physics**. 4. ed. New York: McGraw-hill book company, 1947.

SAKURAI, J. J. **Modern quantum mechanics, 1993 rev. ed.** Revised ed. Boston: Addison-Wesley Publishing Company, 1993.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT, John W. **Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics**. 8. ed. Boston: Cengage Learning, 2010.

SHANKAR, R. **Principles of Quantum Mechanics**. Nova Iorque: Plenum Press, 1994.

TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph A. **Modern Physics**. 6. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2012.

YOUNG, H.; FREEDMAN, R. **University physics with modern physics**. 12. ed. Boston: Pearson Addison Wesley, 2007.

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA A DISTÂNCIA: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA SOBRE O ENSINO REMOTO DE ENERGIA MECÂNICA

NON PRESENTIAL PHYSICS PRACTICES: AN EXPLORATORY ANALYSIS ABOUT REMOTE TEACHING OF MECHANICS ENERGY

Leonardo Testoni¹, Iago Tahan², Marco Antonio Lira³, Claudinei Jacobucci⁴, Arthur Biasotto⁵

¹Universidade Federal de São Paulo/ PPG Ens. de Ciências e Matemática/
leonardo.testoni@unifesp.br

²Universidade de São Paulo/ IF USP/ Instituto Parthenon/ itahan@usp.br

³Universidade de São Paulo/ IME USP/ Instituto Parthenon/ marcoantonio.lira@usp.br

⁴Universidade de São Paulo/ IME USP/ Instituto Parthenon/ claudinei.jacobucci@usp.br

⁵Universidade de São Paulo/IF USP/ Instituto Parthenon/ arthurbiasotto@usp.br

Resumo

A experimentação tem sua importância consolidada no ensino de Física. Devido à pandemia de COVID-19, a necessidade emergencial da adaptação das aulas presenciais para o meio remoto tornou-se uma realidade e, nesse cenário, torna-se importante problematizar o formato das aulas experimentais no novo contexto. Desse modo, faz-se urgente abrir formas de diálogo entre a experimentação e o ensino a distância. À luz de elementos da teoria vigotskiana, a pesquisa em tela, inserida dentro de um projeto maior que aborda o ensino de ciências na pandemia, propõe a análise (ainda que exploratória, face à recenticidade dos fatos) de aulas experimentais remotas, com alunos do primeiro ano do ensino médio, abordando a temática sobre o coeficiente de restituição energética. Baseando-se na literatura da área, a dinâmica proposta buscava incentivar a colaboração entre os alunos para o avanço mútuo, por meio da Zona de Desenvolvimento Proximal, tal qual como amplamente validado em metodologias presenciais. Os resultados nos remetem a uma boa aceitação e envolvimento por parte dos alunos, em uma perspectiva individual, entretanto a interação interpessoal demonstrou-se mínima, limitando-se a diálogos entre professor e um aluno. Dito isso, é evidente que o modelo e ferramentas utilizados para a aula não cumpriram o objetivo de adaptar a vivência de uma aula prática para o ambiente remoto. Assim, é preciso repensar o papel das aulas com experimentos no ensino on-line, buscando continuar o desenvolvimento de uma metodologia digital efetiva para o ensino remoto da física experimental.

Palavras-chave: Ensino Remoto, Pandemia, COVID-19, Física Experimental.

Abstract

Experimentation has its importance consolidated in the teaching of Physics. Due to the COVID-19 pandemic, the emergencial need to adapt face-to-face classes to the remote environment has become a reality and, in this scenario, it is important to

problematize the format of experimental classes in the new context. Thus, there is an urgent need to open forms of dialogue between experimentation and distance learning. In the light of elements of Vygotskian theory, the research on screen proposes the analysis (although exploratory, given the recentness of the facts) of remote experimental classes, with first-year high school students, addressing the theme of the energy refund coefficient. Based on the literature of the area, the proposed dynamic sought to encourage collaboration between students for mutual advancement, through the Zone of Proximal Development, as fully validated in face-to-face methodologies. The results revealed, in an individual perspective, a good acceptance and involvement of the students, however the interpersonal interaction was shown to be minimal, limited to dialogues between teacher and a student only. That said, it is clear that the model and tools used for the class did not fulfill the objective of adapting the experience of a practical class to the remote environment. Thus, it is necessary to rethink the role of experimental classes in online teaching, seeking to continue the development of an effective digital methodology for the remote teaching of experimental physics.

Keywords: Remote Education, Pandemic, COVID-19, Experimental Physics.

Introdução

O início de 2020 trouxe, em contexto global, uma situação atípica causada pela pandemia de COVID-19, que se alastrou pelos continentes, exigindo a tomada de medidas duras, como o distanciamento social, com o intuito de desacelerar a propagação do vírus. No campo educacional, o impacto foi duro e imediato, com escolas e universidades migrando suas aulas presenciais para plataformas digitais em um prazo exíguo, sem a possibilidade de discussão de um planejamento adequado, para que professores e estudantes se apropriassem da nova metodologia (OLIVEIRA; SOUZA, 2020).

Diante do quadro exposto, é fundamental analisar o processo de ensino-aprendizagem nessa nova configuração pedagógica dada. Mais precisamente, é preciso compreender as novas formas de relação aluno-professor surgidas, que, face à emergência sanitária instalada, não permitiu planejamentos didáticos adequados por parte das instituições de ensino. Tal fato, na maior parte das vezes, fez com que as aulas presenciais, validadas pelos docentes como propícias à aprendizagem, fossem transpostas para os meios digitais, supondo-se uma igual validação (SOUSA, 2020).

Ainda nessa linha, de acordo com Malanchen (2015), o ensino a distância traria uma pretensa democratização dos processos pedagógicos, possibilitando um alcance maior de alunos. Entretanto, a própria autora elenca as ressalvas de tal prática, como o interesse político-econômico em desestruturar direitos docentes, além de uma pretensa ilusão de que tal forma de ensino basear-se-ia, simplesmente, em reproduzir no formato on-line, as mesmas aulas ministradas no formato presencial.

Desse modo, o presente trabalho encontra-se inserido de um projeto maior de universidades públicas paulistas, que abordam o ensino de Ciências na pandemia. Focando na temática específica do ensino de Física, buscou-se investigar um recorte

do contexto apresentado, analisando (ainda que de forma exploratória, face à recenticidade dos fatos) a problemática das aulas experimentais de Física a distância. De forma mais detalhada, a equipe de pesquisadores traz ao presente artigo, respostas preliminares para o questionamento: quais são as dificuldades e potencialidades da implementação de aulas práticas de Física, no formato remoto?

Ensino remoto emergencial e práticas de Física: alguns aportes teóricos

Em uma primeira análise, é importante ressaltar a importância do desenvolvimento da Ensino a Distância (EaD), para um mundo onde o tempo parece definir e os trajetos dentro dentro das grandes cidades demandam um custo elevado. Hodges et al. (2020) corrobora com as vantagens do EaD na pós-modernidade, entretanto, os autores ressaltam que um verdadeiro Ensino a Distância foi planejado para tal, estabelecendo-se um fluxo, continuidade e metodologias pensadas exclusivamente para tal formato. Entretanto, segundo os mesmos autores, a atual situação mundial de pandemia fez com que o processo de migração para o formato on-line não tivesse tal cuidado no preparo:

A educação on-line, incluindo ensino e aprendizagem on-line, é estudada há décadas. Numerosos estudos de pesquisa, teorias, modelos, padrões e critérios de avaliação se concentram na aprendizagem on-line de qualidade, no ensino on-line e no design do curso on-line [...] Ao contrário das experiências planejadas desde o início e projetadas para serem on-line, o ensino remoto à emergência (ERT) é uma mudança temporária da entrega de instruções para um modo de entrega alternativo devido a circunstâncias de crise. Envolve o uso de soluções de ensino totalmente remotas para instrução ou educação que, de outra forma, seriam ministradas pessoalmente ou como cursos combinados ou híbridos e que retornarão a esse formato assim que a crise ou emergência tiver diminuído. (HODGES et al., 2020, p.2).

Assim, é importante ressaltar que, na visão da pesquisa aqui apresentada, abordaremos a situação atual como Ensino Remoto Emergencial, dadas as condições iniciais de planejamento insuficiente do formato não presencial proposto. Em convergência com Hodges (ibidem), a análise da situação atual é de suma importância, haja vista que “[...] a tentação de comparar o aprendizado on-line com o ensino presencial nessas circunstâncias será grande[...]”, e propostas futuras de se manter algumas atividades no formato remoto, requerem investigação adequada sobre o processo de aprendizagem.

Seguindo essa linha de pensamento, a Física, enquanto ciência, tem seu desenvolvimento apoiado em resultados experimentais e, seu ensino, portanto, deve trazer tais métodos aos estudantes, tornando-se uma importante estratégia didática (FORÇA et al., 2017). Laburú (2005) já refletia sobre a importância de se inserir experimentos no ensino de Física, categorizando-os em diversas funções pedagógicas, como aumentar interesse dos alunos, efetuar montagem de aparatos, facilitar a compreensão da teoria e, finalmente, propiciar uma visão mais fiel da natureza das ciências, bem como a construção do conhecimento científico.

Em convergência com Laburú (ibidem), Hodson (1994) defende os trabalhos experimentais como uma possibilidade de tornar os alunos ativos no processo de

ensino, não necessitando de modelos, laboratórios ou aparelhagens sofisticadas, sendo importante a organização, discussão e reflexão sobre as etapas da experiência, o que propicia interpretar os fenômenos físicos a partir de trocas entre os estudantes durante a aula.

De fato, a realização de experimentos didáticos (principalmente em um viés epistemológico) encontra-se alicerçada, também, na possibilidade que o ambiente experimental propicia no tocante à discussão entre os alunos na procura de validação de suas hipóteses, bem como na proposição de modelos científicos. Tal visão nos é fundamentada em Vigotski (2007), quando este retrata a importância da interação social no desenvolvimento cognitivo.

Vigotski (ibidem) nos permite inferir que a relação interpessoal é fundamental no processo de aprendizagem, haja vista que, a partir dessa interação, indivíduos do grupo mais capacitados, podem impulsionar os demais a alcançar patamares cognitivos que não seriam alcançados individualmente, caracterizando tal distância como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)¹.

Diante do exposto, buscou-se tornar evidente a necessidade de aulas experimentais para um ensino de Física coerente com a própria natureza científica. Além de propiciar esse conhecimento da construção das Ciências, a realização de aulas práticas busca nutrir as discussões interpessoais, fator este necessário para que os alunos alcancem níveis mais elevados de aprendizagem. Seguindo tal linha, na sequência, apresentaremos a metodologia utilizada na investigação.

Metodologia

A pesquisa foi realizada com uma turma de alunos da 1ª série do Ensino Médio. Os estudantes foram reunidos em uma plataforma digital (Google Meet), onde participaram de uma aula experimental de Física, que versava sobre o coeficiente de restituição energética. Em um primeiro momento, os estudantes receberam um questionário inicial on-line para responder, abordando questões dissertativas acerca de concepções espontâneas sobre energia e energia mecânica.

Em ato contínuo, o professor responsável buscou conduzir a aula em um viés epistemológico (HODSON, 1994), focando na construção dos conceitos físicos envolvidos em um ambiente investigativo de aprendizagem. Resumidamente, após o docente questionar os estudantes sobre transformações energéticas, o experimento apresentado consistia que cada aluno se abandona um objeto² a partir de uma altura determinada (H_0) e estimasse a perda de energia mecânica após o impacto contra o piso (vide Figura 1). Durante todo esse processo, os discentes foram encorajados a interagir por seus microfones, vídeo e por mensagens escritas (chat).

¹ Distância entre o nível de desenvolvimento atual, considerando a resolução individual de um problema e o nível de desenvolvimento potencial, com o auxílio de um parceiro mais capaz (Vigotski, 1978, p.86, tradução nossa).

² Solicitou-se, previamente, que os alunos providenciassem um objeto que quicasse, ao chocar-se contra o piso. A maior parte dos estudantes optou por usar borrachas escolares.

Após a realização do experimento, o docente responsável pede para que os alunos, espontaneamente, exponham as soluções encontradas para a estimativa da energia mecânica perdida. Finalmente, solicita-se que os discentes respondam a um questionário final on-line, que também abordava questões envolvendo transformações energéticas em sistemas não conservativos, buscando-se delinear indícios de evolução conceitual no tocante à temática abordada.

Com o intuito de mapear e aprofundar as percepções discentes sobre a atividade desenvolvida, realizou-se entrevistas semiestruturadas (ANDRÉ, 2013) com 20% dos sujeitos da pesquisa.

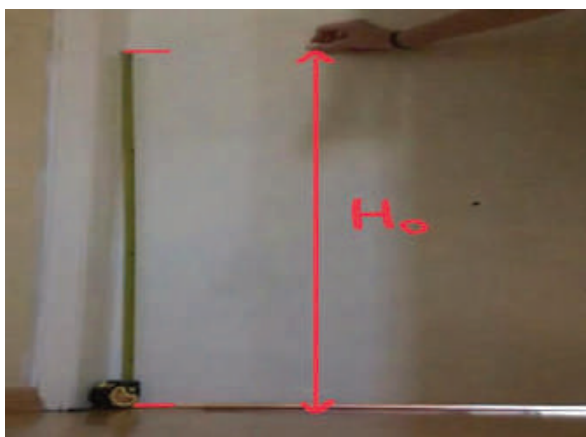


Figura 1 - Esquema experimental proposto

Ao conduzir a pesquisa com base em uma compreensão qualitativa do comportamento, do desenvolvimento, da interação e da participação dos alunos (ANDRÉ, *ibidem*), buscou-se apoio metodológico na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Dessa forma, focou-se na organização das respostas e falas dos estudantes, obtidos nos questionários, observação da aula e entrevistas, em episódios de interesse acadêmico (TESTONI; ABIB 2014), para posterior análise, como observado a seguir.

Análise dos Resultados

No questionário inicial, composto por duas situações que envolviam a transformação de energia, os alunos demonstraram conhecimento sobre a conversão de energia elétrica em mecânica, como evidenciado nos excertos abaixo:

Aluno 1: Transformação da energia elétrica da tomada em energia cinética para movimentar as hélices do liquidificador.

Aluno 2: Uma parte da energia elétrica que chega até minha casa é transformada em energia mecânica para que a "hélice" do liquidificador consiga girar.

Aluno 3: A energia elétrica proveniente da tomada se transforma em energia mecânica através do motor presente dentro do eletrodoméstico. Uma parte é perdida em forma de energia térmica.

Aluno 8: Para o funcionamento desse eletrodoméstico é necessária a energia elétrica, transferida em energia cinética.

Entretanto, ao apresentar aos estudantes uma situação que envolvia um sistema com perda de energia mecânica (pêndulo simples), os mesmos têm dificuldade em identificar a transformação energética, utilizando termos como "força" e "velocidade", diferentemente da primeira situação

Aluno 1: O pêndulo não atingirá o professor, pois durante o movimento que o pêndulo fez ele perdeu força.

Aluno 2: O pêndulo se movimenta para frente e volta logo em seguida sem atingi-lo, pois perdeu velocidade por causa do atrito que sofreu com o ar em seu percurso.

Aluno 8: O pêndulo não acertará o professor, uma vez que no processo da trajetória do pêndulo ele não ganhará energia cinética

Em nossa visão, as ideias acima convergem com as concepções espontâneas já delineadas pela literatura do ensino de Física (ASSIS; TEIXEIRA, 2003), onde a transformação energética é vista como um ganho de energia no sistema, o que dificulta a aprendizagem do conceito. Tal fato nos é corroborado por episódios de interesse acadêmico (TESTONI; ABIB, 2014) extraídos da observação das aulas, como demonstrado a seguir:

Aluno 2: [...] existe um aumento da energia do automóvel, pois a energia química do combustível é menor do que a energia mecânica do carro.

Aluno 5: [...] se ele (o automóvel freando) está perdendo energia cinética, ele ganhará energia potencial gravitacional.

O docente responsável pela condução do experimento, buscou uma abordagem epistemológica (HODSON, 1994) com viés investigativo, preocupando-se em problematizar a situação trabalhada, promovendo a construção do conhecimento científico por parte dos discentes. Quando da proposição aos estudantes para que estimassem a perda de energia mecânica, após o impacto de um corpo com o piso, pretendia-se que os mesmos discutissem entre si sobre formas possíveis de resolução do problema. Porém, os dados analisados nos permitem inferir acerca de uma comunicação interpessoal nula entre os discentes; quando muito, ocorriam raras manifestações de dúvidas com o docente.

O comportamento acima citado fica evidente, quando se analisa o conteúdo das entrevistas com os estudantes. A seguir, é possível observar algumas justificativas da falta de interação entre eles.

Aluno 1: [...] eu acho que muitos alunos ficaram com vergonha de falar durante a aula on-line, pois todos estavam escutando o que era falado, diferente da aula normal [presencial].

Aluno 8: [...] eu me sinto muito à vontade de falar com o aluno 6, mas mesmo assim eu tinha você (docente) para tirar minhas dúvidas.

Os excertos acima evidenciam uma especificidade da aula remota planejada, pois, ao contrário de nossas hipóteses iniciais, o ambiente virtual, da forma como proposto, não contribuiu para o debate entre os discentes. Tal fato inibiu a comunicação interpessoal e pode prejudicar potenciais evoluções conceituais, no tocante à Zona de Desenvolvimento Proximal (VIGOTSKI, 2007).

Apesar do questionário final nos apontar para uma compreensão melhor do conceito de transformação da energia mecânica, também observou-se erros conceituais e ausências de respostas sobre tal conteúdo, o que permitiu-nos considerar que a ausência de discussão entre os estudantes, para a realização do experimento, foi fundamental no processo, não corroborando com uma aprendizagem mais significativa, possibilitando troca de conhecimentos e evolução para níveis cognitivos mais elevados, na linha do pensamento vigotskiano (VIGOTSKI, *ibidem*).

Considerações Finais

A experimentação é parte integrante do ensino de Física, haja vista esta ser uma ciência pautada na observação e interpretação dos fenômenos naturais. Sugere-se que o planejamento de um experimento, em nível didático, aproxima-se de uma abordagem epistemológica (HODSON, 1994), em que o discente, como ator ativo do processo de ensino-aprendizagem é capaz de (re)construir o trajeto científico.

Em tal processo, é fundamental a interação entre os pares, para que ideias possam ser socializadas e validadas pelo grupo, tal qual ocorre na comunidade científica. Dessa forma, alicerçados em Vigotski (2007), defende-se que a prática experimental deve, além de observar e interpretar os fenômenos, propiciar o debate frutífero de ideias e modelos para resolução das hipóteses e problemas propostos.

Assim, devido à tal importância, a investigação aqui apresentada se propôs, em um contexto de pandemia, a inserir práticas experimentais a distância, similares às presenciais, para alunos do ensino médio, onde estes reproduziram o experimento em seus locais de isolamento. A atividade, proposta em um viés epistemológico e investigativo, resultou em uma análise, que nos permitiu inferir acerca da não comunicação entre os estudantes, quando da interação na plataforma digital utilizada. Apesar dos estudantes terem se mostrado motivados para a montagem do aparato experimental, as discussões não ocorreram, provavelmente, face à exposição dos discentes promovida pelo formato remoto, que torna qualquer dúvida publicizada para toda a turma, diferente de um formato presencial, em que os estudantes poderiam discutir em pequenos grupos.

Conforme nos aponta Vigotski (2007), a comunicação interpessoal entre alunos é de suma importância para a existência de Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP), para que o processo de aprendizagem ocorra de forma mais significativa. Nessa linha, tais discussões são fundamentais para o desenvolvimento de esquemas cognitivos mais complexos e profundos. O presente trabalho buscou, portanto, atentar para transposições integrais de metodologias presenciais para o formato digital. Ainda, sugere-se que os pesquisadores da área pensem com profundidade nesse ponto, trazendo soluções mais efetivas para a experimentação no ensino remoto.

Referências

- ANDRÉ, Marli. **Etnografia da prática escolar**. Papirus editora, 2013.
- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciênc. educ.(Bauru)**, p. 41-52, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.
- FORÇA, Ana Claudia; LABURÚ, Carlos Eduardo; DA SILVA, O. H. M. Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 7, 2011.
- HODGES, Charles et al. The difference between emergency remote teaching and online learning. **EDUCAUSE Review**. 2020.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, 12, 3, 299-313, 1994.
- LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, 2005.
- OLIVEIRA, Hudson do Vale; SOUZA, Francimeire Sales. REFLEXÕES EDUCACIONAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA (COVID-19). **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 2, n. 5, p. 15-24, 2020.
- SOUZA, Andrea Harada. TRABALHO DOCENTE E ENSINO A DISTÂNCIA EM ESCOLAS PRIVADAS. **Le Monde Diplomatique**. 2020.
- VIGOTSKI, Lev. **Mnd in Society - The Development of Higher Psychological Processes**. Cabridge: Harvard University Press. 1978.
- TESTONI, L.A. ABIB, M.L. **Caminhos Criativos na Formação Inicial do Professor de Física**. Paco Editora. 2014.

DESEMPENHO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO EM ÓPTICA: A COMPETIÇÃO USP DE CONHECIMENTOS COMO CONTEXTO

PERFORMANCE OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN OPTICS: THE USP COMPETITION OF KNOWLEDGE AS CONTEXT

**Ariane Baffa Lourenço¹, Herbert Alexandre João², Caroline Polizei Lorente³,
Lucas Bichara⁴, Mariana Soares Alves de Souza⁵, Antonio Carlos Hernandez⁶**

¹Universidade de São Paulo/Instituto de Química de São Carlos, arianebaffa@gmail.com

²Universidade de São Paulo/Instituto de Física de São Carlos, herbert.joao@usp.br

³Universidade de São Paulo/Instituto de Física de São Carlos, caroline.lorente@usp.br

⁴Universidade de São Paulo/Instituto de Física de São Carlos, lucasgb@usp.br

⁵Universidade de São Paulo/Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação,
msads.soares@usp.com

⁶Universidade de São Paulo/Instituto de Física de São Carlos, hernande@ifsc.usp.br

Resumo

A óptica é uma área da Física que apresenta uma forte relação com os fenômenos ocorridos no cotidiano do aluno, como a formação de imagem em seus diferentes contextos. Diante de sua importância é primordial que os estudantes apresentem conhecimentos científicos adequados sobre a temática, em especial a compreensão qualitativa dos fenômenos. Nesta pesquisa avaliamos o desempenho dos estudantes do segundo ano participantes da Competição USP de Conhecimentos (CUCo), no ano de 2018, em questões específicas que trataram de propagação retilínea da luz e reflexão em espelhos planos. O trabalho foi desenvolvido a partir de respostas das questões de múltipla escolha realizada por alunos de mais de 3.000 escolas públicas situadas em mais de 500 municípios do estado de São Paulo. Obter um panorama em estudo de larga escala de conceitos de óptica poderá propiciar caminhos para a melhoria do ensino de física. As questões específicas de óptica não requeria o uso de competências matemáticas para a sua resolução. Na análise dos resultados procuramos estabelecer alguma relação de assertividade associadas com a etnia, gênero e tipo de escola frequentada pelos discentes. Nossa investigação revelou que os alunos apresentaram um baixo entendimento dos fenômenos ópticos independente de etnia, gênero e tipo de escola.

Palavras-chave: Óptica, Ensino Médio, Competição USP de Conhecimentos (CUCo).

Abstract

Optics is an area of physics that has a strong relationship to phenomena that occur in the student's daily life, as an image formation in its different contexts. Given its importance, it is essential that students understand scientifically the theme, especially, the qualitative understanding of the phenomena. In this research we evaluated the performance of the second year students participating in the USP Knowledge Competition (CUCo), in the year 2018, in optics in specific questions about rectilinear propagation of light and plane mirror reflection. The work was developed based on answers to multiple choice questions by students from more than 3,000

public schools located in over 500 municipalities in the state of São Paulo. Obtaining an overview in a large-scale study of optical concepts may provide ways to improve the teaching of physics. The specific questions in optics do not require the use of mathematical skills to solve them. In the analysis of the results we tried to establish a relationship of assertiveness associated with the ethnicity, gender and type of school attended by students. Our results show that students had a low understanding of optical phenomena regardless of ethnicity, gender and type of school.

Keywords: Optics, High school, USP Competition of Knowledge (CUCo).

Introdução

A Competição USP de Conhecimentos, conhecida como CUCo, é uma ação que busca orientar e motivar estudantes do Ensino Médio (EM) de escolas públicas do Estado de São Paulo ao ingresso no Ensino Superior, em especial em cursos da Universidade de São Paulo (USP). Adicionalmente, objetiva valorizar e levar benefícios à escola pública e toda sua comunidade. A CUCo ocorre anualmente desde 2017 e faz parte do *Programa Vem pra USP!*¹. Para participar da Competição o próprio aluno inscreve-se em plataforma específica, procedendo ao preenchimento de um cadastro de dados pessoais e respondendo a um questionário socioeconômico.

A CUCo está conformada em duas fases envolvendo provas de múltipla escolha, em que a primeira fase ocorre no formato on-line e a segunda presencial. A primeira fase fica disponível para realização por um período de uma semana, no entanto, uma vez que o aluno acessa a prova tem duas horas consecutivas para findá-la. Já a prova da segunda fase, é realizada com os alunos aprovados na fase anterior e ocorre de forma presencial na própria escola em que o aluno está matriculado. O Calendário da CUCo é estabelecido entre a equipe de coordenação da CUCo e a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, a qual atua como parceira da Competição.

Mais de 200 mil estudantes já participaram das três edições da Competição. Os aprovados recebem certificados, participam de visitas e cerimônias de premiação nos campi USP, os concluintes do EM recebem isenção da taxa do vestibular da FUVEST, dentre outros prêmios. Um diferencial da CUCo é que cada escola participante que tenha aluno na segunda fase tem alunos premiados, ou seja, não há um ranqueamento dos alunos de maneira geral, mas sim na própria escola.

As questões das provas da CUCo envolvem conteúdos do currículo do Estado de São Paulo nas áreas de Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Matemática e Língua Portuguesa. Dentre as áreas focamos neste trabalho em apresentar um panorama do desempenho dos alunos participantes da edição da CUCo 2018 sobre a Física, mais especificamente em óptica. Optamos por avaliar essa temática por envolver conceitos com grande relação com o cotidiano (GONÇALVES; ARAUJO; RODRIGUES, 2020; SOUZA; SOARES; ROCHA, 2019), que possibilita o entendimento dos alunos, dentre outros assuntos, sobre formação de imagem, problemas que podem ocorrer na visão e o funcionamento de aparelhos de uso cotidiano, como aparelhos celulares, fibra óptica etc. (SOUZA; SOARES; ROCHA,

¹ Informações disponíveis em: <https://www.fuvest.br/cuco-competicao-usp-de-conhecimentos/>

2019). Além disso, ao considerar a literatura da área, verifica-se que sobre essa temática existe uma expressiva quantidade de experimentos de baixo custo e ações docentes que podem ser desenvolvidos em contexto de sala de aula (GONÇALVES; ARAÚJO; RODRIGUES, 2020; CRUZ et al., 2018; FERREIRA; DIAS, 2017; VILELA; MAGALHÃES, 2017).

À vista da importância e potencialidade da óptica na formação dos alunos do Ensino Médio, avaliamos o desempenho de milhares de alunos em questões envolvendo propagação retilínea da luz e reflexão em espelhos planos. A realização de avaliação educacional, em especial as realizadas em larga escala como ocorrida na CUCo, traz informações que, dentre outras potencialidades, possibilitam obter um panorama do conhecimento dos alunos sobre diferentes áreas, o que pode direcionar na elaboração de metodologias eficazes de ensino, em propostas de currículo para a formação de professores e discutir diferenças no desempenho dos alunos relacionado a variáveis de seu perfil (BAUER, 2012).

Para procedermos a avaliação dos alunos quanto a fenômenos ópticos, lançamos mão de duas questões sobre essas temáticas apresentadas na prova da CUCo-2018. Na apresentação dos resultados, para além de discutir a natureza e o índice de acerto das referidas questões, apresentamos também uma análise sobre variáveis relacionadas ao perfil dos participantes e sua possível relação na assertividade das questões, a saber, etnia, gênero e tipo de escola frequentada pelos discentes.

Metodologia

Para analisarmos o desempenho dos alunos do 2º ano do Ensino Médio de escolas públicas do Estado de São Paulo, em temas de óptica, fizemos uso dos dados da prova da segunda fase da CUCo 2018. A prova foi aplicada no segundo semestre de 2018 e realizada por 6879 alunos, de 1237 escolas e oriundos de 387 municípios. A prova foi composta de 45 questões no formato de múltipla escolha, sendo que para sua resolução foi despendido aos alunos um total de 3 horas. Na prova da CUCo-2018 haviam duas questões de óptica, denominadas neste trabalho de Q1 e Q2. As referidas questões já haviam sido apresentadas em processos seletivos anteriores da Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST).

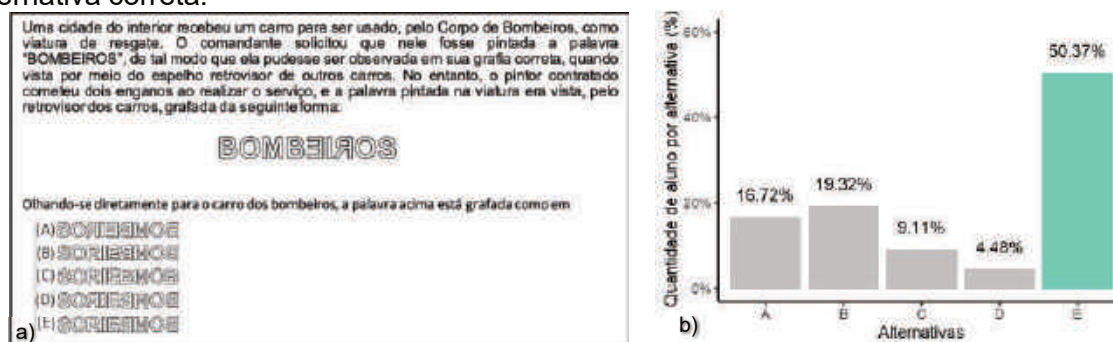
A resolução das mesmas requer o conhecimento conceitual/princípio físico dos temas envolvidos, sem ser preciso o emprego de competências matemáticas. Na seção subsequente, apresentaremos as questões, o índice de acerto de cada uma e uma análise das possíveis variáveis relacionadas ao perfil dos alunos que poderiam ter influenciado a assertividade das questões.

As variáveis analisadas foram: a) gênero dos alunos: masculino e feminino; b) tipo de escola que frequentavam no momento de realizar a prova: estadual, técnica (Etec), federal e municipal e c) etnia: branca, preta, parda, indígena e amarela. A análise dos dados referentes às referidas variáveis foi feita a partir da análise descritiva (BUSSAB; MORETTIN, 2010), que sumariamente consiste na aplicação de um conjunto de ferramentas estatísticas que permite descrever, resumir e explorar os dados.

Resultados

A Q1 abordava o conceito de reflexão da luz em espelhos planos e solicitava que o aluno identificasse a maneira que a palavra Bombeiro havia sido pintada em uma viatura para aparecer como no problema (Figura 1). Aqui, requeria-se o conhecimento de que na formação de uma imagem em um espelho plano há uma inversão da direita para a esquerda, compreendendo sua característica de enantiomorfa (JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2009). Cabia assim ao aluno, verificar cada letra da imagem formada considerando os erros cometidos pelo pintor e escrevê-las ao contrário. Das alternativas apresentadas, a resposta correta era a E, a qual teve um total de 50,4% (Figura 1) de acertos equivalendo a 3467 alunos. A segunda alternativa de maior frequência foi a B com 19,3%, nela o erro estava na posição do S da palavra Bombeiros. Considera-se que, embora um pouco mais da metade dos participantes tenham respondido corretamente à pergunta, esperava-se que esse valor fosse mais alto, visto que a problemática, a princípio, envolve um fenômeno de fácil compreensão, bem como é possível se observar regularmente no cotidiano.

Figura 1 – a) Questão (Q1) envolve a temática de formação de imagem em espelhos planos e b) frequência da escolha dos participantes em cada alternativa, destacado em verde a alternativa correta.



Fonte: Figura a) Processo seletivo FUVEST e b) Autoria própria.

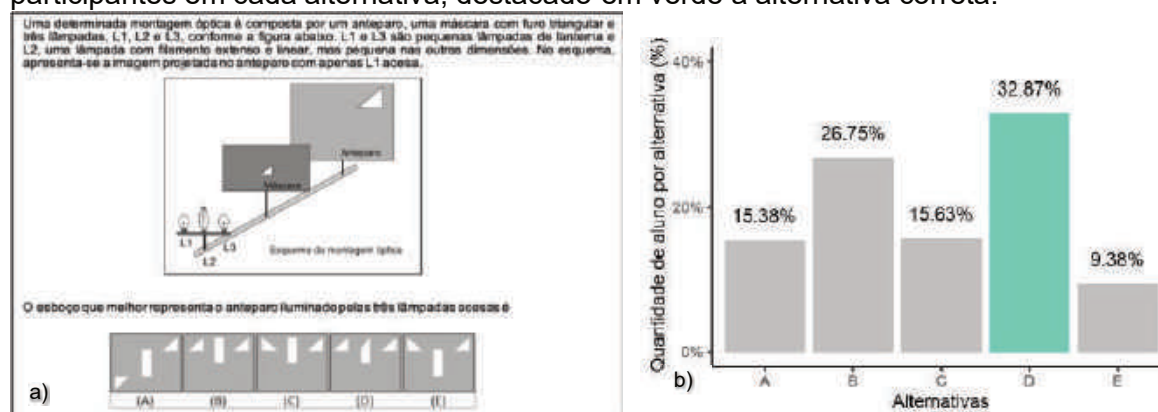
A Q2 envolve o princípio da propagação retilínea da luz, em que o aluno precisa indicar o esboço que melhor representa a formação de cada imagem, bem como sua posição (Figura 2). Para essa questão, o aluno precisa compreender como ocorre a formação de imagens a depender da fonte luminosa (JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2009), no caso puntiforme, considerando as lâmpadas L1 e L3 e extensa a L2. As fontes puntiformes no referido exercício formam imagens com a mesma orientação e é semelhante ao triângulo da máscara. Já a L2, é uma lâmpada com filamento extenso e linear, e por ser formada por um conjunto de fontes puntiformes projeta infinitos triângulos, que resultam na imagem mostrada na alternativa D. Dos respondentes, apenas 32,9% acertaram a resposta (alternativa D), o que corresponde a 2263 alunos. A segunda alternativa (letra B) de maior ocorrência com 26,7%, foi a que considera L2 formando uma imagem retangular no anteparo.

Pelos dados da Q2, observa-se um baixo nível de compreensão dos alunos quanto ao fenômeno da propagação retilínea da luz. Tal quadro também é apontado no trabalho de Heron, Schaffer e McDermott (2004). Os autores fizeram uso de experimentos similares ao analisado na Q2 e concluíram que os alunos universitários de cursos introdutórios de Física apresentam grande dificuldade em aplicar conceitos físicos em situações que não envolva uma resposta memorizada. Na busca de alterar tal quadro, consideram como fundamental que o currículo seja baseado na investigação, em que dentre outros elementos, possibilitem aos alunos resolverem

problemas qualitativos e apresentarem/explicarem seu raciocínio. Para isso, trabalhos envolvendo esses autores (WOSILAIT et al., 1998; HERON; SCHAFFER; MCDERMOTT, 2004) sugerem um tutorial de luz e sombra para ser implementado com alunos para auxiliá-los no entendimento dos princípios básicos da óptica geométrica.

Consideração semelhante também foi apontada no trabalho de Roberto, Costa e Catunda (2008). Os autores desenvolveram uma pesquisa com 42 alunos do Ensino Médio e 26 da graduação, em que aplicaram a esses um pré-teste sobre fenômenos da óptica geométrica, em seguida, implementaram atividades experimentais em uma perspectiva investigativa sobre os conceitos questionados e depois aplicaram o pós-teste, composto das mesmas questões do pré-teste. Das atividades do EM, duas estavam focadas na formação de imagem envolvendo situação semelhante a analisadas na Q2. O pré-teste dessas atividades revelou que embora as questões envolvessem conceitos relativamente simples, houve um baixo índice de assertividade. No entanto, após tais conceitos serem discutidos com os alunos por meio de atividades do tipo investigativa sobre os fenômenos, o índice de acerto do pós-teste foi acima de 80%.

Figura 2 – a) Q2 apresentada na segunda fase da CUCo-2018 e b) frequência da escolha dos participantes em cada alternativa, destacado em verde a alternativa correta.



Fonte: Figura a) processo seletivo Vestibular FUVEST e b) Autoria própria.

Considerando agora o desempenho dos alunos em relação às variáveis de etnia, gênero e tipo de escola frequentada, considera-se que a primeira apresentou um efeito significativo apenas para os estudantes autodeclarados amarelos, com um índice de acertos ligeiramente superior. Já para as variáveis de gênero e do tipo de escola frequentada, observa-se um desempenho discretamente superior dos alunos do gênero masculino e dos oriundos das Etecs. Imputamos tais afirmações fazendo um paralelo entre os resultados para cada perfil de estudante e os índices gerais de acerto (Tabela 1).

Quanto à etnia, a proporção dos que prestaram a prova, considerando as categorias de branca, preta, parda, amarela e indígena, esteve bem próxima dos que acertaram. Exemplificando, apontamos que dos participantes, aproximadamente 8,6% eram da etnia preta, dos quais 45,5% acertaram a Q1 e 29,7% assinalaram corretamente a Q2. Explorando a variável de gênero, têm-se, dos que fizeram a prova, aproximadamente 65% eram feminino e 35% masculino, com índice para a Q1 de acerto de 49,1% e 52,8% respectivamente. Já para a Q2, a diferença foi maior, sendo que 29,7% do gênero feminino e 38,8% do gênero masculino acertaram a questão, o que aponta para um melhor desempenho desse último gênero na Q2.

Quanto a variável de tipo de escola que os alunos frequentavam no momento de participarem da CUCo, observa-se uma diferença positiva na assertividade para os alunos oriundos de escolas técnicas. Dos que fizeram a prova 34% eram de Etecs, apresentando índices de acerto de 60,4% em Q1 e 39,5% para Q2. Diante desse quadro, observa-se um desempenho discretamente superior para os alunos procedentes das Etecs. Considerando as características desse tipo de escola comparada às escolas estaduais, observa-se que dentre seus aspectos diferentes encontra-se o fato de alunos passarem por um processo seletivo com prova de ingresso para estudarem nas Etecs.

Tabela 1 – Caracterização dos participantes da prova da segunda fase da CUCo-2018 e distribuição da quantidade de alunos que realizaram a prova e dos que acertaram a Q1 e Q2.

Variável	Categorias	Alunos que fizeram a prova		Alunos que acertaram a Q1 Índice geral de acerto: 50,5%		Alunos que acertaram a Q2 Índice geral de acerto: 32,9%	
		N	%	N	%	N	%
Gênero	Masculino	2398	34,9	1265	52,8	931	38,8
	Feminino	4481	65,1	2200	49,1	1330	29,7
Etnia	Branca	3855	56,0	1989	51,6	1322	34,3
	Preta	593	8,6	270	45,5	176	29,7
	Parda	2235	32,5	1086	48,6	693	31,0
	Amarela	152	2,2	98	64,5	57	37,5
	Indígena	44	0,6	22	50,0	13	29,5
Tipo de escola	Etec	2330	33,9	1407	60,4	920	39,5
	Estadual	4416	64,2	1986	45,0	1295	29,3
	Federal	64	0,9	40	62,5	25	39,1
	Municipal	69	1,0	32	46,4	21	30,4

Legenda: N= Quantidade de alunos em número absoluto de alunos, %= Quantidade de alunos em porcentagem e Etec= Escola Técnica Estadual.

Devido ao fato dos dados estarem desbalanceados entre si, foi necessário efetuar uma reamostragem estatística para obter uma estimativa, a partir de dados simulados, do acerto dos alunos em um banco de dados teórico baseado no original utilizado. Com isto, validamos os dados, possibilitando a comparação dos subconjuntos, neste caso, com os dados balanceado, observamos (Tabela 2) que as variáveis gênero e cor não apresentam diferença significativa entre si.

Tabela 2 – Índice de acerto dos alunos de acordo com reamostragem dos dados para n=1000.

Variável	Categorias	Alunos que acertaram a Q1 Índice geral de acerto			Alunos que acertaram a Q2 Índice geral de acerto		
		Desvio padrão	Média	%	Desvio padrão	Média	%
Gênero	Masculino	3	51	53%	3	33	35%
	Feminino			49%			30%
Etnia	Branca	5	53	56%	5	33	37%
	Preta			47%			29%
	Parda			52%			31%
	Amarela			57%			36%
	Indígena			51%			30%
Tipo de escola	Etec	10	54	59%	5	34	39%
	Estadual			45%			28%
	Federal			65%			37%

	Municipal			47%			30%
--	-----------	--	--	-----	--	--	-----

Considerações finais

Nossos resultados sugerem um baixo entendimento conceitual dos alunos do segundo ano participantes da CUCo sobre os fenômenos físicos reflexão da luz em espelhos planos e propagação retilínea da luz, em especial para esse último conceito. As questões analisadas neste trabalho não envolviam a necessidade do uso de competências matemáticas à sua resolução, mas somente o entendimento do fenômeno físico envolvido. Diante de tal quadro, considera-se um cenário de se abordar no contexto escolar ações que possibilitem ao aluno a compreensão ampla de aspectos qualitativos dos conceitos, visto que tal habilidade, para um total de mais de 6000 estudantes, não se apresentou satisfatória. A referida recomendação já foi apresentada em literatura da área, na década de 1990 pela pesquisadora McDermott e seus colaboradores (WOSILAIT et al., 1998), e na década de 2000 no trabalho de Roberto, Costa e Catunda (2008). No entanto, observa-se que atualmente ainda se faz emergente e necessária.

Quanto ao desempenho dos alunos nas questões avaliadas, considerando características do seu perfil, observou-se que a variável concernente ao tipo de escola frequentada foi a que apresentou uma maior influência na assertividade das duas questões, especialmente por ter grande representatividade no conjunto dos dados. Já a variável concernente ao gênero, apresentou diferença, em especial na Q2, em que os participantes do gênero masculino foram moderadamente melhores. Em relação à etnia, estudantes autodeclarados amarelos apresentaram um desempenho acima da média, porém este grupo possuía poucos participantes, não possibilitando uma análise conclusiva. Consideramos que os resultados quanto aos fatores que influenciam o desempenho dos alunos apresentam-se em uma análise inicial, sendo que novos estudos serão desenvolvidos, usando outras técnicas estatísticas, de maneira a explorar todas as possíveis relações influenciáveis na assertividade de questões da área da Física, em especial na temática de óptica.

Referências

- BAUER, A. Estudos sobre Sistemas de Avaliação Educacional no Brasil: um retrato em preto e branco. **Revista @mbiente educação**, v. 5, n. 1, p. 7-31, 2012.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 540 p.
- CRUZ, G. K. et al. Um iluminador de baixo custo para a realização de experimentos de óptica geométrica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. 3502-1-3502-9, 2018.
- FERREIRA, C. A. A.; DIAS, M. A. Artes Plásticas e o funcionamento das telas dos dispositivos eletrônicos para o ensino de óptica na educação básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, XXII., 2017, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Instituto de Física de São Carlos, 2017. p. 1-7.
- GONÇALVES, M. H.; ARAUJO, L. E. E.; RODRIGUES, V. Lentes de gelatina. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. 20190095-1 - 20190095-6, 2020.
- HERON, P. R. L.; SHAFFER, P. S.; MCDERMOTT, L. C. Research as a Guide to Improving Student Learning: An Example from Introductory Physics. In: Proceedings

of a Course, Curriculum, and Laboratory Improvement Conference Invention and Impac. **Anais ...**, Washington DC, 2004. p. 33-38.

JUNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física 2: Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. p. 602, v. 2.

ROBERTO, E. V.; COSTA, G. G. G.; CATUNDA, T. Aprendizagem ativa em óptica geométrica: desenvolvimento de instrumentos investigativos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI., 2008, Curitiba. **Anais...** São Carlos: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 1-12.

SOUZA, A. C.; SOARES, D. B.; ROCHA, A. S. Uma alternativa didática experimental para aulas de óptica geométrica. **Exitus**, v. 9, n. 3, p. 280-308, 2019.

VILELA, J. L. L.; MAGALHÃES, C. S. Laboratórios de óptica para alunos do ensino médio das escolas públicas: montagem e avaliação da aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, XXII., 2017, São Carlos **Anais...** São Carlos: Instituto de Física de São Carlos, 2017. p. 1-7.

WOSILAIT, K. et al., Development and assessment of a research-based tutorial on light and shadow. **American Journal of Physics**, v. 66, p. 906-913, 1998.

Linha 2

Formação e prática profissional do professor de Física

Apresentações Orais

Pesquisa sobre a formação inicial e continuada de professores; análise de programas e políticas de formação docente; iniciação à docência; estágio supervisionado; avaliação de modelos e práticas docentes para os diferentes níveis e modalidades de ensino; desenvolvimento profissional.

OS SENTIDOS ATRIBUÍDOS POR LICENCIANDOS EM FÍSICA SOBRE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

THE MEANINGS ATTRIBUTED BY PHYSICS STUDENTS ABOUT THE INVESTIGATIVE TEACHING

**Augusto Cesar Araujo Lima¹, Fernanda Cátia Bozelli², Jéssica dos Reis
Belíssimo³, Roberto Nardi⁴**

¹Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências/Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, araujo.lima@unesp.br

²Universidade Estadual Paulista/ Faculdade de Engenharia/ Departamento de Física e Química, fernanda.bozelli@unesp.br

³Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências/Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, jessica.belissimo@unesp.br

⁴Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências/ Departamento de Educação, r.nardi@unesp.br

Resumo

Essa pesquisa tem como objetivo investigar os sentidos atribuídos por licenciandos em Física em situação de Estágio Curricular Supervisionado acerca do Ensino por Investigação. Para a constituição do corpus da pesquisa foram utilizados como referencial teórico e metodológico elementos da Análise de Discurso (AD) Pecheutiana, desenvolvida no Brasil por Orlandi e colaboradores (2015). Os dados analisados nessa pesquisa foram constituídos através das respostas dos licenciandos a um questionário enviado a cada um dos mesmos via e-mail logo após as atividades de regência. Ao analisar as produções discursivas, foi possível perceber que, apesar de os futuros professores sugerirem um planejamento de aulas fundamentado no ensino por investigação, a ação pedagógica dos licenciandos se mostra limitada, uma vez que as aulas são caracterizadas por um ensino diretivo, concentrando sobre o professor toda a responsabilidade de explicar os conceitos, e não proporcionam grau de liberdade intelectual suficiente aos alunos da educação básica para que se enquadre dentro da perspectiva do ensino por investigação.

Palavras-chave: Formação Inicial de Professores, Ensino de Física, Ensino por Investigação, Análise de Discurso.

Abstract

This research aims to investigate the meanings attributed by Physics students in a situation of Supervised Curricular Internship about Investigative Teaching. For the constitution of the research corpus, were used as a theoretical and methodological framework, elements of the Discourse Analysis (AD) of Pêcheux, developed in Brazil by Orlandi and collaborators (2015). The data analyzed in this research were constituted through the students' answers to a questionnaire sent to each one of them by e-mail shortly after the conducting activities of regency. When analyzing the discursive productions, it was possible to notice that, although the future teachers suggest a planning of classes based on Investigative Teaching, the

pedagogical action of students is limited, since the classes are characterized by a directive teaching, concentrating on the teacher all the responsibility to explain the concepts, and do not provide a sufficient degree of intellectual freedom to students of basic education to fit within the perspective of Investigative Teaching.

Keywords: Initial Teacher Training, Physics Education, Investigative Teaching, Discourse Analysis

Introdução

Ao longo dos anos, a área de Educação em Ciências tem se expandido significativamente no Brasil, sendo influenciada pelos contextos político, econômico, social e cultural. Tal conjuntura pode ser corroborada pelo expressivo crescimento de trabalhos acadêmicos, decorrente de um aumento considerável de cursos de pós-graduação nesse âmbito. Apesar do cenário positivo, verifica-se que diversos fatores impossibilitam que essas produções cheguem à educação básica (NARDI; ALMEIDA, 2009). Levar os futuros professores a interagir com os resultados da pesquisa desde a formação inicial, é uma das possibilidades com a qual almeja-se diminuir esse *gap*. Sob tal contexto, o Ensino de Ciências por investigação tem se mostrado como um caminho promissor e vem ganhando destaque como objeto de pesquisa por diferentes pesquisadores do país (SASSERON, 2013; CARVALHO, 2013; BORGES, 2004). Levantamentos realizados na área (Oliveira e Molina, 2016; Soares e Trivelato, 2019) apontam que o ensino por investigação é uma via privilegiada para a construção do conhecimento e a conquista de uma liberdade intelectual.

Segundo Sasseron e Jústi (2018, p.761), nas bases do ensino por investigação se unem “o papel ativo dos estudantes, o ensino para a apresentação de elementos da cultura científica aos alunos, a construção de relações entre práticas escolares e práticas cotidianas e a aprendizagem para a mudança social”. Nesse sentido, pode-se dizer que tal perspectiva, quando utilizada na formação inicial de professores, pode promover o desenvolvimento de diversos saberes inerentes à prática docente. Domingues e colaboradores (2019, p.83) discutem em seu trabalho as experiências de iniciação à docência em Física inspiradas no ensino por investigação e, de acordo com os autores, tal abordagem “é um aporte teórico que merece atenção e aprofundamento na formação de professores de Física”.

À vista disso, essa pesquisa tem como objetivo investigar os sentidos atribuídos por licenciandos em Física em situação de Estágio Curricular Supervisionado (ECS) acerca do ensino por investigação.

A interface entre o ensino por investigação e a formação de professores de Física

Nas últimas décadas, a racionalidade mercadológica tem conquistado um espaço importante nas Instituições de Ensino Superior. Por meio das políticas públicas e implementação de bases educacionais, o Estado vem modelando o ensino superior sob uma tentativa de atender aos interesses do mercado e da sociedade atual.

Essa realidade também tem causado reflexos na formação inicial de professores, visto que se passa a valorizar o produto em detrimento do processo, o

que acarreta uma série de problemas nos cursos de licenciatura. Segundo Bastos e Nardi (2019), dentre os principais problemas enfrentados pelos cursos de licenciatura, estão: formação com ênfase para bacharéis em áreas específicas das Ciências, desarticulação entre as disciplinas específicas e pedagógicas, supervalorização dos conhecimentos específicos em prejuízo aos conhecimentos pedagógicos, insuficiência nas discussões sobre a relação entre teoria e prática, entre outros. Nessa perspectiva, vislumbra-se no ECS um importante caminho para tentar reduzir alguns dos problemas enfrentados na formação inicial de professores.

Segundo Pimenta e Lima (2010), o estágio assegura que os futuros professores transpassem todas as disciplinas presentes na grade curricular durante a formação, proporcionando um momento privilegiado de reflexão-crítica ao final da licenciatura. Além disso, o estágio “possibilita que sejam trabalhados aspectos indispensáveis à construção da identidade, dos saberes e das posturas específicas ao exercício profissional docente” (PIMENTA; LIMA, 2010, p.61).

Na direção dessas discussões, Pimenta e Lima (2010, p.45) destacam que o estágio é uma “atividade teórica de conhecimento, fundamentação, diálogo e intervenção na realidade”. Para tanto, é importante promover no estágio ações que oportunizem ao futuro professor reflexões críticas e reconhecimento da realidade escolar como construção social, propiciando uma formação didático-pedagógica que ofereça subsídios para que os licenciandos transformem sua realidade e adquiram autonomia. Sendo assim, o ensino por investigação é reconhecido como uma abordagem promissora para o desenvolvimento de um professor intelectual crítico, visto que, consoante com Borges (2004), tal estratégia busca viabilizar mudanças de atitudes em alunos e professores por meio de atividades que visam contribuir para o desenvolvimento da liberdade intelectual discente.

Essa perspectiva é definida por Carvalho (2018) como:

o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (CARVALHO, 2018, p. 767)

No que diz respeito a liberdade intelectual dos estudantes em atividades de laboratório, Borges (2004) define cinco graus de liberdades intelectuais: o primeiro representa um ensino diretivo sem abertura para a participação dos alunos; o segundo ainda está relacionado a um ensino diretivo, mas com uma maior abertura para interação dos estudantes; o terceiro e quarto indicam o ensino por investigação, onde os discentes colaboraram ativamente com o raciocínio intelectual e, por fim, o quinto grau está relacionado a um cenário onde os problemas são escolhidos e propostos pelos estudantes – e dificilmente é estabelecido durante a educação básica.

Nessa perspectiva, Coelho e Ambrósio (2019, p.496) defendem que “o professor de Física no contexto do ensino por investigação assume uma postura pedagógica que se distancia da mediação que tradicionalmente é desenvolvida na sala de aula”. Ademais, como afirmam Carvalho e Gil-Pérez (2011), o professor sob esse contexto assume um papel de orientador, se aproximando ao de um pesquisador mais experiente instruindo pesquisadores iniciantes, o que estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e da liberdade intelectual dos estudantes.

Constituição do Corpus da Pesquisa

O corpus da pesquisa foi constituído durante a disciplina de ECS IV, disciplina obrigatória do currículo da licenciatura em Física ofertada pelo Departamento de Educação da instituição de ensino investigada. O objetivo desse estágio é oportunizar aos futuros docentes situações reais de prática de ensino de Física e/ou Ciências em escolas de nível fundamental e médio, visando materializar os estudos realizados na graduação, principalmente os projetos de ensino anteriormente desenvolvidos. Além disso, tal espaço também busca promover a reflexão sobre momentos pedagógicos selecionados dentre as práticas docentes realizadas pelos futuros professores.

Para a realização de tais pretensões, o professor responsável pela disciplina de estágio promove anualmente um projeto de extensão com colaboração da instituição de ensino superior e de outras duas instituições de nível médio, sendo que uma delas é frequentada por alunos do ensino médio regular e a outra oferece a modalidade de ensino de jovens e adultos (EJA). Um curso de Física é ministrado pelos licenciandos do último ano da graduação almejando promover o ensino de Física a partir de uma abordagem diferenciada, que considere os referenciais teóricos e metodológicos estudados durante as diversas disciplinas já cursadas durante a licenciatura. Sob tal contexto, a presente pesquisa intenciona estudar um grupo particular de licenciandos matriculados na disciplina de ECS IV durante o segundo semestre de 2019.

O interesse pelo tema da pesquisa emergiu das discussões da disciplina de ECS III, quando os licenciandos elaboraram seus planejamentos das aulas que seriam ministradas durante o ECS IV. Todos os discentes regidos pelo currículo atualmente vigente justificavam seu planejamento fundamentados na teoria do ensino por investigação, apontando duas disciplinas como motivadoras: Instrumentação para o Ensino de Física (IEF) I e II. Essas disciplinas antecedem o ECS IV e objetivam: “Instrumentar o futuro professor de Física para uma prática profissional coerente com os resultados recentes de pesquisas na área de Ensino de Física e de Ciências, especialmente no que diz respeito aos experimentos didáticos” (PLANO DE ENSINO, p. 2). Ao final das disciplinas, é solicitado que os licenciandos construam seis kits de experimentos que poderiam ser utilizados em qualquer ambiente de ensino. Além disso, os estudantes ministram uma sequência de aulas para alunos da educação básica convidados a participar de um curso de extensão no campus. A partir de tal cenário, os futuros professores normalmente reproduzem essas atividades durante a regência no ECS IV.

A disciplina de ECS IV contou com a participação de nove licenciandos, organizados em três duplas e um trio, que ministraram um curso sobre algumas temáticas da Física. Para o presente estudo foram selecionados dois estagiários, Ana e Antônio (nomes fictícios), que ministraram conjuntamente suas aulas sobre Óptica e se propuseram a utilizar na regência os kits elaborados nas disciplinas anteriores. Os dados analisados nessa investigação foram constituídos através das respostas dos licenciandos a um questionário enviado a cada um dos mesmos via e-mail logo após o término do minicurso ministrado.

Ademais, para a constituição do corpus da pesquisa foi utilizado como referencial teórico e metodológico elementos da Análise de Discurso (AD) Pecheutiana, desenvolvida no Brasil por Orlandi e colaboradores (2015). Tal

referencial foi fundamental para a constituição e a elaboração do dispositivo de análise dos sentidos atribuídos pelos licenciandos da amostra sobre o ensino por investigação. De acordo com Orlandi (2015), esse tipo de análise possui o objetivo de compreender como um objeto produz sentidos para os sujeitos, qual sua relevância e como ocorre tal produção. Para Pêcheux (2010), deve-se supor que em todo processo discursivo existem formações imaginárias, nas quais o sujeito do discurso estabelece relações com suas condições reais de existência (o contexto), através das formações imaginárias que o governam. A análise do discurso nesta linha tem como principal característica promover a reflexão sobre a interpretação, isto é, ela evidencia a impossibilidade de se ter um acesso direto aos sentidos.

O discurso dos licenciandos

Os graduandos foram orientados a responderem o já citado questionário de forma imediata, individualmente e sem consultas aos demais colegas do grupo. Serão analisadas as respostas dos licenciandos à duas das questões propostas.

Considerando a seguinte pergunta: “Quais estratégias de ensino você utilizou? Foram adequadas? Por quê?”, a dupla de óptica retornou as respostas a seguir:

Utilizamos um ensino por investigação e experimental, por esse motivo alguns alunos estranharam quando tinham dúvidas e não era explicado na hora, essa ideia de saber o que eles pensavam antes de explicar foi bem diferente para eles. Um ponto a destacar foi a apresentação tanto por nossa parte, quanto por parte dos alunos, pois os mesmos se sentiram mais próximos e interagiram mais, lembro de um momento onde os alunos aplaudiram, pois, um dos alunos tinha interagido oralmente pela primeira vez. (Resposta de Antônio, grifos nossos)

No planejamento deste minicurso optamos pela utilização da menor quantidade possível de matemática, focando principalmente nos aspectos teóricos, experimentais e de CTSA. Acredito que isso foi muito válido, uma vez que parte dos alunos presentes ainda não tinha tido muito contato com a matemática e mesmo assim conseguiram desenvolver melhor o pensamento científico e entender os conceitos de Física que foram trabalhados. (Resposta de Ana, grifos nossos)

Com base na perspectiva de Orlandi (2015), essa análise busca direcionar os textos produzidos pelos licenciandos aos discursos e esclarecer quais as relações com suas formações discursivas através da ideologia, ou seja, objetiva-se através do estudo de seus processos discursivos se aproximar dos sentidos atribuídos por esses sujeitos a partir da observação de suas posições.

Na produção discursiva de Antônio, ao dizer “*Utilizamos um ensino por investigação e experimental*”, observa-se que o licenciando tem o conhecimento de que o ensino por investigação pode ser realizado a partir de diferentes atividades de ensino, dentre elas a experimentação, que foi a atividade explorada por ele em suas aulas. Adiante, ao analisar a produção discursiva de Antônio em destaque, é possível observar sua posição acerca do ensino por investigação. Nota-se que as atividades desenvolvidas pelo licenciando promoveram uma participação de seus alunos, pois o futuro professor buscava “*saber o que eles pensavam antes de explicar*”, no entanto, o ensino ainda era diretivo, visto que ficava sobre a responsabilidade do professor explicar o conceito. Segundo Carvalho (2018) e Borges (2004), esse tipo de ensino diretivo caracterizado por um professor aberto e participativo se encontra no grau dois de liberdade intelectual, uma vez que, apesar

de ser a resposta do professor que orienta o trabalho desenvolvido, existe uma abertura para que os alunos façam questionamentos, na intenção de que os mesmos pensem sobre o porquê fazer as atividades propostas.

Segundo Pimenta e Lima (2010, p.49), “a teoria, além de seu poder formativo, dota os sujeitos de pontos de vistas variados sobre a ação contextualizada”. Sendo assim, é possível observar efeitos de sentidos atribuídos por esse licenciando ao ensino por investigação com alguns aspectos limitantes, mais acentuadamente em relação à liberdade intelectual de seus alunos, pois, de acordo com Borges (2004), o ensino por investigação acontece após o grau três de liberdade intelectual, no qual os estudantes ficam responsáveis pelo raciocínio lógico da atividade, tendo uma participação ativa da sua aprendizagem.

No discurso de Ana, é possível identificar uma preocupação em trabalhar os conteúdos de forma que possibilitasse a participação dos alunos nas discussões. Ao dizer “*optamos pela utilização da menor quantidade possível de matemática*”, verifica-se uma tentativa da licencianda de criar condições para a inclusão de todos os estudantes, inclusive os que ainda não possuíam domínio da linguagem matemática. Isso também é reforçado no trecho sublinhado. De acordo com Carvalho (2018, p.767), muitos pesquisadores defendem a ideia de que “criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar, é dar liberdade intelectual para os alunos”, entretanto, na maioria das vezes, isso não ocorre, considerando que o professor acaba propriamente respondendo os questionamentos, na tentativa de explicar os conceitos e dar sequência em seu trabalho. Desta maneira, é possível esclarecer que a discente, assim como Antônio, contempla em seu discurso algumas características do ensino por investigação, porém ainda apresenta efeitos de sentido ao utilizar esse ensino em suas ações pedagógicas, sobretudo no que concerne ao papel assumido pelo professor e pelo aluno e os graus de liberdade intelectual durante o ensino.

Na sequência, para a questão: “Quais conhecimentos desenvolvidos durante a graduação você articulou para o planejamento do minicurso?”, os licenciandos responderam com os comentários abaixo:

Foram articulados conhecimentos específicos da Física, provenientes das disciplinas de óptica, mas principalmente das abordagens trabalhadas principalmente em todas as Metodologias de Ensino e nas disciplinas de Instrumentação, para buscar a melhor maneira de inserir os conteúdos que desejávamos no formato que já tínhamos planejado que seria o ideal para aquela situação. (Resposta de Ana, grifos nosso)

Utilizou-se bastante o conhecimento adquirido em instrumentação, para a montagem da aula com uma metodologia investigativa e os conhecimentos das disciplinas de metodologia para a parte de pesquisa, referenciais e materiais. As disciplinas de estágio também foram importantes para não chegar na aula sem ter ideia do que iria encontrar. (Resposta de Antônio, grifos nosso)

Para Orlandi (2015), um discurso sempre está relacionado com outros que o sustenta, sendo visto como um processo discursivo contínuo, sem começo e fim absoluto. Apesar disso, um discurso pode ser emitido por meio de mecanismos de antecipação que regulam a argumentação, onde o sujeito orienta seu discurso de acordo com os efeitos de sentidos que pensa produzir em seu interlocutor.

Tendo em conta tal perspectiva, é possível identificar nas falas de Ana e Antônio que ambos, por mecanismos de antecipação, buscam responder ao

questionamento em conformidade com os efeitos de sentido que pensam produzir a quem pergunta, trazendo as disciplinas do eixo pedagógico do curso como os principais conhecimentos utilizados no desenvolvimento do planejamento do minicurso. Todavia, durante a regência se observou que os licenciandos replicavam as aulas desenvolvidas anteriormente nas disciplinas de IEF I e II e, para isso, se fundamentavam na reprodução da prática de seus professores formadores e nas suas vivências nas disciplinas do eixo específico do curso.

Sob tal contexto, é possível identificar que, mesmo se tratando de situações diferentes de ensino, os licenciandos possuem um primeiro contato com o papel de professor durante as disciplinas de IEF I e II, que antecedem o ECS IV. Nesse sentido, acabam buscando reproduzir os objetivos dessas disciplinas durante sua ação pedagógica, trazendo ao ensino um carácter meramente instrumental, sem uma reflexão crítica que possibilite o desenvolvimento de autonomia. Segundo Pimenta e Lima (2010), ao reduzirmos os estágios às perspectivas da prática instrumental, ocorre uma desarticulação entre a teoria e prática, o que resulta num empobrecimento da ação pedagógica, que, nesse caso, pode estar relacionado com os efeitos de sentidos atribuídos pelos licenciandos para o ensino por investigação.

Considerações finais

Nessa pesquisa buscou-se identificar os sentidos atribuídos por licenciandos de Física em situação de estágio supervisionado para o ensino por investigação. Ao analisar as produções discursivas, foi possível perceber que, apesar de os futuros professores sugerirem um planejamento de aulas fundamentado no ensino por investigação, a ação pedagógica dos estagiários se mostra limitada. Os licenciandos se preocuparam em criar condições em sala de aula que promovessem a participação de seus alunos, através da utilização de uma linguagem acessível e atividades experimentais, contudo suas aulas apresentaram carácter diretivo, uma vez que, concentrando sobre o professor toda a responsabilidade de explicar os conceitos, não foi proporcionada uma liberdade intelectual suficiente para que a experiência se enquadrasse como ensino por investigação.

Como possíveis justificativas está o fato dos licenciandos reproduzirem no ECS IV as atividades das disciplinas de IEF I e II, que antecedem o estágio e objetivam, principalmente, instrumentalizar o futuro professor, estimulando nos licenciandos um efeito de sentido sobre a função do professor como instrumentalizador e desassociando a teoria da prática. Na tentativa de superar tais problemáticas, cabe ao estágio possibilitar que os futuros professores compreendam a complexidade das ações pedagógicas e da relação entre teoria e prática, de forma a promover uma formação de professores intelectuais que possibilitem uma transformação social e proporcionar autonomia aos seus alunos.

Referências

BASTOS, F.; NARDI, R. Formação de professores: aspectos concernentes à relação teoria-prática. In: ____ (orgs.). **Formação de professores para o ensino de ciências naturais e matemática**: aproximando teoria e prática. 1. ed. São Paulo: Escrituras, p. 19-46, 2019.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 21(Especial), p. 9–30, 2004.

- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 18(3), p. 765–794, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições de implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**: tendências e inovações. 10. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.
- COELHO, G. R.; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.
- DOMINGUES, G. H. C.; et. al. Iniciação à docência em Física inspirada no ensino por investigação. **Revista Extensão em Foco**, n. 19, p. 72 – 85, 2019.
- NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Science Education research and its impact in the school science: last decades' in-service teachers' memories. In: ESERA 2009 Conference - European Science Education Research Association, **Proceedings...** Istambul, Turquia, 2009.
- PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. 5 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2010.
- PÊCHEUX, M. Análise automática do Discurso. In: GADET, F; HAK, T. (Orgs.). **Por uma análise automática do discurso**. 4. ed. Tradução de Betânia S. Mariani et al. Campinas: Editora da UNICAMP, 2010.
- OLIVEIRA, M. S. D.; MOLINA, G. P. Levantamento dos temas ensino por investigação e alfabetização científica em revistas especializadas e eventos da área de ensino de ciências/física (2005-2014). **Foro Educacional**, n. 27, 2016.
- ORLANDI, E. P. **Análise do Discurso**: Princípios & Procedimentos. 12. ed. Campinas: Pontes, 2015.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, cap. 3, p. 41-61, 2013.
- SASSERON, L. H.; JÚSTI, R. Apresentando o Número Temático sobre Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(2), 2018.
- SOARES, N.; TRIVELATO, S. F. Ensino de ciências por investigação – revisão e características de trabalhos publicados. **Atas de Ciências da Saúde**, v.7, p. 45-65, 2019.
- UNESP - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Departamento de Física. **Plano de Ensino de Instrumentação para o Ensino de Física I**. Modalidade em Licenciatura em Física, 2018.

ATUAÇÃO E CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE FÍSICA: TECENDO RELAÇÕES

PRACTICE AND CONCEPTIONS OF PHYSICS TEACHERS: WEAVING RELATIONSHIPS

Angelisa Benetti Clebsch¹, Christian James Henschel², Eduardo Rosa de Jesus³

¹Instituto Federal Catarinense (IFC)/Campus Rio do Sul, angelisa.clebsch@ifc.edu.br

²IFC/Campus Rio do Sul/E. M. Christa Sedlacek/E. B. B. Regente Feijó, Ibirama(SC), christianjameshenschel@yahoo.com.br

³IFC/Campus Rio do Sul/E. E. B. Dr. Hermann Blumenau, Trombudo Central(SC), eduardordej@gmail.com

Resumo

Apresenta-se parte de um estudo realizado por acadêmicos do curso de Licenciatura em Física do IFC – Rio do Sul, que investigou as relações entre a prática de docentes de Física e suas concepções. Para definir dimensões e categorias de análise, considera-se o conhecimento pedagógico de conteúdo e o modelo de raciocínio pedagógico e ação de Shulman (1986, 1987). São expostos resultados parciais da pesquisa, com os seguintes objetivos: (i) Investigar conteúdos de Física que o professor aborda em sala de aula; (ii) Sondar materiais/recursos didáticos que o professor utiliza em sua prática. Foi elaborado um questionário aplicado em 2018 com 14 professores da região do Alto Vale do Itajaí/SC e, em 2019 com 20 professores de Santa Catarina. A análise dos dados foi feita pela média ponderada nas afirmativas das questões do tipo *likert* e em forma de percentual para as questões de múltipla escolha. A comparação dos resultados demonstra que determinados conteúdos, apesar de terem uma relevância maior na concepção dos docentes, são trabalhados com frequência menor do que outros considerados menos importantes. Kits para experimentos prevalecem entre os recursos didáticos utilizados. Conclui-se que o professor de Física tem concepções que em geral diferem da ação didática.

Palavras-chave: Conhecimento Pedagógico de Conteúdo. Materiais didáticos. Conteúdos. Ensino de Física. Licenciatura em Física.

Abstract

It is part of a study carried out by academics from the Physics Degree course at IFC – Rio do Sul, which investigated relationships between the practice of physics teachers and their conceptions. To define categories and dimensions of analysis, pedagogical content knowledge and model of pedagogical reasoning and action Shulman's (1986, 1987) are considered. Partial results of the research are exposed, with the following objectives: (i) Investigate Physics content that the teacher

addresses in the classroom; (ii) Probe didactic materials / resources that the teacher uses in his practice. A questionnaire was applied in 2018 with 14 teachers from the Alto Vale do Itajaí / SC region, and in 2019 with 20 teachers from Santa Catarina. Data analysis was performed by the weighted average in the affirmative of the likert type questions and as a percentage for multiple choice questions. The comparison of the results shows that certain contents, despite having a greater relevance in the teachers' conception, are worked with less frequency than others considered less important. Kits for experiments prevail among the teaching resources used. It is concluded that the physics teacher has conceptions that in general differ from didactic action.

Keywords: Pedagogical knowledge of content. Teaching materials. Contents. Physics Teaching. Degree in Physics.

Introdução

O curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense (IFC) – Rio do Sul tem seu currículo pautado nas Diretrizes Nacionais para a Formação de Professores – DCNFP (BRASIL, 2015) e nas diretrizes para os cursos de Física (BRASIL, 2002). A matriz curricular para os acadêmicos que ingressam no curso a partir de 2017 contém quatro disciplinas chamadas Pesquisa e Processos Educativos (PPE). As PPEs visam garantir a pesquisa e a prática na área de formação e tem uma estrutura similar em todas as licenciaturas do IFC. Estas disciplinas possuem 30 horas de carga horária teórica e 60 horas de Prática como Componente Curricular.

Este trabalho tem foco na PPE IV, que teve duas ofertas, sendo a primeira em 2018 e a segunda em 2019. A disciplina busca propiciar ao licenciando o conhecimento da área de Pesquisa em Ensino de Física, seu histórico, linhas de pesquisa, principais periódicos e eventos. Ao seu final, cada acadêmico apresenta um projeto de pesquisa para o Trabalho de Curso. Como prática da disciplina, em 2018 foi proposta a elaboração e o desenvolvimento de uma pesquisa colaborativa. A abordagem colaborativa se assemelha àquela mencionada por Desgagné (2007), sendo que a colaboração aconteceu entre a docente da disciplina (pesquisadora) e os acadêmicos (docentes em formação) que se reuniram na proposição de um problema, definição de base teórica, elaboração de instrumento de pesquisa e coleta e análise de dados. De acordo com Desgagné (2007), a pesquisa colaborativa permite a co-construção de conhecimentos entre o pesquisador e os docentes, que se engajam para compreender um contexto real.

A partir de uma busca exploratória nas áreas temáticas dos EPEFs, a turma de 2018 optou por desenvolver uma pesquisa na área “Prática profissional do professor de Física”. O grupo considerou relevante o estudo de Pugliese (2016), realizado com professores de Física da rede pública de São Paulo, pois levanta dados acerca da atuação do professor e das suas condições de trabalho. A partir disso surgiu a ideia do projeto, que buscou entender como a prática docente se associa com os pontos de vista do professor e seus saberes, a partir do seguinte problema de pesquisa: *Como a prática profissional se relaciona com a concepção de docência em Física?* A hipótese assumida é que a prática do professor de Física

diverge da sua concepção de docência em Física, em função das condições de trabalho e contexto.

Foram definidas dimensões e categorias de análise para a pesquisa com base em Bardin (2011). Uma das dimensões, que será objeto deste trabalho, foi denominada de *ato pedagógico* para identificar a concepção do professor e a sua atuação com relação ao *conteúdo*, *estratégias de ensino*, *materiais didáticos* e *formas de avaliação*, sendo estes últimos definidos como categorias de análise. Cada uma destas teve como subcategorias *concepção* e *ação*. A segunda dimensão foi *ação-reflexão*, com as categorias: *reflexão*, *inovação*, *pesquisa* e *socialização*.

No ano de 2019 optou-se por apresentar aos licenciandos de PPE IV o projeto elaborado pela turma de 2018, como um exemplo de projeto de Pesquisa em Ensino e com a proposição de coletar novos dados. Os resultados obtidos pelas duas turmas foram reunidos e originaram trabalhos acadêmicos.

A partir deste contexto, apresenta-se parte dos resultados do estudo referentes à dimensão *ato pedagógico*, com os seguintes objetivos: (i) Investigar conteúdos de Física que o professor aborda em sala de aula; (ii) Sondar materiais/recursos didáticos que o professor utiliza em sua prática.

Fundamentos teóricos

A formação inicial propicia a construção de diversos saberes. Na atuação profissional o professor tem a possibilidade de mobilizar os saberes construídos na licenciatura e também construir novos. Assim, de acordo com suas concepções e com seus conhecimentos o professor atua e se desenvolve, num processo contínuo de *ação-reflexão*.

Para Shulman (1986) o conhecimento docente é composto por três categorias: conhecimento do conteúdo da matéria, conhecimento pedagógico de conteúdo e conhecimento curricular. O conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK – abreviação para a sigla Pedagogical Content Knowledge) é definido como o conhecimento do assunto para o seu ensino, ou seja, as representações da matéria, demonstrações, transformação e formulação de um tópico para ensiná-lo. É um tipo de conhecimento que representa a intersecção entre o conhecimento de conteúdo e os conhecimentos pedagógicos.

Park e Oliver (2008) definem seis componentes para o PCK: orientações para o ensino, conhecimento sobre a compreensão dos alunos, conhecimento do currículo, conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino, conhecimento da avaliação da aprendizagem e eficácia docente.

Deste modo, admite-se que conhecimentos sobre conteúdos e estratégias/materiais instrucionais fazem parte do PCK dos professores e são utilizados para eleger conteúdos a ensinar, de acordo com o número de aulas ou para a definição das estratégias adequadas ao ensino dos conteúdos.

Shulman (1987) propôs o Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) para explicar como o professor pensa e age em um ato pedagógico e como o PCK é construído. Para o autor, cada ação didática envolve: compreensão do conteúdo, transformação, ensino, avaliação, reflexão e nova compreensão. Embora o professor

tenha concepções sobre o Ensino de Física, que auxiliam no processo de reflexão e avaliação, suas decisões pedagógicas podem não ser convergentes com estas.

Metodologia

Para a coleta de dados foi elaborado um questionário com 13 questões do tipo *likert* e de múltipla escolha. Neste trabalho serão analisadas questões elaboradas para as categorias *conteúdo* e *materiais didáticos* e suas subcategorias, *concepção* e *ação*.

Para a categoria *conteúdo* foram elaboradas duas questões do tipo *likert*. Para o tratamento destes dados uma abordagem quantitativa foi empregada através da média ponderada para cada uma das afirmativas (FONSECA e SANTOS, 2015). As 23 afirmativas foram adaptadas do questionário aplicado por Pugliese (2016).

Na Q1 perguntou-se: “Com relação aos conteúdos de Física apresentados abaixo, qual o nível de importância que você atribui a cada um deles?” Foi utilizada uma escala de importância de 5 pontos com as seguintes possibilidades de resposta para cada afirmativa: 1. sem importância; 2. pouco importante; 3. importante; 4. muito importante; 5. extremamente importante.

Na Q2 a pergunta foi: “Com relação aos conteúdos de Física apresentados abaixo, assinale com que frequência trabalha eles no Ensino Médio.” Se utilizou uma escala de frequência com 5 pontos. O questionado deveria se manifestar em cada afirmativa assinalando uma das seguintes respostas: 1. nunca; 2. raramente; 3. frequentemente; 4. muito frequentemente; 5. sempre.

Para a segunda categoria foi elaborada uma questão de múltipla escolha (Q3) com duas partes, cada uma delas com duas possibilidades de resposta: sim e não. A partir da pergunta “Com relação aos materiais e recursos didáticos, assinale os que você julga importante utilizar para ensinar Física e se você os utiliza em sala de aula.”, o questionado deveria se manifestar em cada uma das 11 afirmativas duas vezes. Na primeira (Q3a) respondendo ao questionamento “Considera importante utilizar?”. E na segunda (Q3b) respondendo a “Utiliza em sala de aula?”. Os resultados da Q3 serão apresentados em percentual.

A coleta dos dados foi realizada de forma diferente. Em 2018 o questionário foi impresso e distribuído a professores de Física da região do Alto Vale do Itajaí. Os dados foram contabilizados manualmente e transcritos para planilhas eletrônicas. A turma de 2019 utilizou o questionário em formato eletrônico, encaminhado o mesmo por *e-mail* a professores de Física de Santa Catarina. Os dados foram transpostos para planilhas eletrônicas para tratamento.

Resultados e discussão

Em 2018 o questionário foi entregue a 20 professores e respondido por 14, sendo 6 licenciados e 5 licenciandos em Física. Em 2019 foram encaminhados 102 questionários, excluindo professores participantes da pesquisa de 2018. Houve um retorno de 20 questionários respondidos por 11 licenciados e 9 licenciandos em Física. Os professores dos dois grupos (2018 e 2019) atuam no Ensino Médio (EM). Alguns deles trabalham em escolas públicas e privadas e em mais de uma escola.

A Tabela 1 reúne resultados obtidos para as questões Q1 e Q2, onde GI é o Grau de Importância atribuído aos conteúdos e GF o Grau de Frequência com que os professores trabalham os mesmos conteúdos em aulas do Ensino Médio (EM).

Tabela 1 – Grau de importância e frequência conferidos aos conteúdos

Conteúdos	2018		2019	
	GI	GF	GI	GF
a) História e Filosofia da Ciência/Física	3,64	3,36	4,05	3,70
b) Cinemática	3,21	3,86	3,40	3,75
c) Dinâmica	4,36	4,64	4,05	4,10
d) Colisões e Quantidade de Movimento	3,93	3,93	3,45	3,30
e) Energia Mecânica e sua Conservação	4,71	4,50	4,40	4,20
f) Gravitação	3,86	4,21	4,15	3,75
g) Mecânica de Fluidos	3,07	3,43	3,25	2,95
h) Oscilações e Ondulatória	3,86	4,36	3,90	3,55
i) Ondas Sonoras	3,71	3,93	3,90	3,65
j) Óptica Geométrica	3,21	3,93	3,35	3,45
k) Termologia e Calorimetria	4,36	4,50	4,15	4,05
l) Termodinâmica e Máquinas Térmicas	4,57	4,54	4,10	3,95
m) Eletrostática	3,43	4,07	3,85	4,00
n) Eletrodinâmica	4,36	4,36	4,20	4,20
o) Magnetismo	4,36	4,43	4,05	4,05
p) Eletromagnetismo	4,43	4,21	4,20	3,95
q) Ondas Eletromagnéticas	4,36	4,29	4,15	3,90
r) Astronomia/Astrofísica/Cosmologia	3,43	2,86	4,00	3,20
s) Radioatividade	3,71	3,36	3,95	3,15
t) Mecânica Relativística	3,50	3,14	3,45	2,60
u) Mecânica Quântica	3,36	2,64	3,60	2,55
v) Modelo Padrão	2,71	2,36	3,05	2,20
x) Sistemas Dinâmicos	2,50	2,07	2,75	2,15

Fonte: os autores (2019).

O GI traz indicativos sobre a concepção dos professores da amostra sobre os conteúdos. Os valores mais próximos de 5 indicam uma importância maior aos conteúdos. Já o GF aponta os conteúdos que são trabalhados no EM, sendo que valores próximos de 5 assinalam conteúdos que sempre são trabalhados no EM.

Para o grupo de 2019, conteúdos de “História e Filosofia da Ciência/Física” são muito importantes, sendo frequentemente trabalhados pelos dois grupos. Este resultado certifica a presença do tema no Ensino Médio apontada por Forato (2009).

Entre os conteúdos de Mecânica (b, c, d, e, f e g), “Dinâmica” e “Energia Mecânica e sua Conservação” têm um grau de importância maior para os dois

grupos e são trabalhados muito frequentemente. Os demais assuntos de Mecânica têm uma importância menor e são trabalhados com menor frequência, sendo a “Mecânica de Fluidos” o assunto menos trabalhado no EM. Esperava-se uma média maior para “Colisões e quantidade de movimento”. Conteúdos de Mecânica como Conservação da Energia e Conservação da Quantidade de Movimento precisam ser tratados no início do EM, pois são fundantes para vários ramos da Física.

Para os conteúdos tradicionalmente tratados no 2º ano do Ensino Médio (h, i, j, k, l), na concepção dos professores questionados os de Física Térmica tem importância maior, sendo que “Termodinâmica e Máquinas Térmicas” são considerados muito importantes na concepção dos dois grupos e trabalhados com maior frequência pelos professores que responderam à pesquisa em 2018.

Com relação a conteúdos de Eletricidade (m, n, o, p, q), “Eletrostática” é o considerado menos importante para os dois grupos, embora seja frequentemente tratado. Na concepção dos grupos o “Eletromagnetismo” é muito importante, mas é tratado com frequência menor que “Eletrodinâmica” e “Magnetismo”.

Na concepção dos professores, “Radioatividade” é o conteúdo considerado mais importante dentre os de Física Moderna e Contemporânea apresentados nas afirmativas (s, t, u, v). Contudo, a média é menor em comparação à obtida para afirmativas de outras áreas da Física.

Três afirmativas (r, v e x) foram inseridas no questionário por serem tema de pesquisa dos licenciandos. Pelos resultados, entre estes assuntos, os conteúdos de “Astronomia/Astrofísica/Cosmologia” são considerados mais importantes pelos professores, porém pouco tratados no EM. Os temas “Modelo Padrão” e “Sistemas Dinâmicos” são considerados pouco importantes, sendo raramente tratados no EM.

De acordo com os dados é possível observar que mesmo que os professores apontem a importância de certos conteúdos, nem sempre os trabalham em sala de aula. Isso pode acontecer por fatores que empiricamente são observados na atuação em escolas estaduais de Santa Catarina. Aqui podem ser citados aspectos como a dificuldade dos alunos, o número insuficiente de aulas semanais, a exigência de recuperações paralelas “de nota”, poucas horas destinadas ao planejamento didático em função do grande número de turmas e a resistência a sair da zona de conforto. Este último, Pugliese (2016) atribui ao modo individual e basicamente mecânico de se trabalhar e pelo fato de não haver tempo disponível para que o professor busque reflexões, pesquisa e investigação dos problemas cotidianos.

A Tabela 2 evidencia os materiais e/ou recursos didáticos que os professores consideram importante utilizar em sala de aula e os que utilizam.

Sobre a concepção, nota-se pela tabela 2 que um percentual maior de professores dos dois grupos (2018 e 2019) considera importante utilizar “Materiais de divulgação científica”, “Kits experimentais” e “Experimentos com materiais de baixo custo”. Como divergência entre os grupos, um percentual maior de professores do grupo de 2018 considera importante utilizar “Textos paradidáticos” e “Computadores/celulares”. Já um percentual considerável de professores do grupo de 2019 considera a importância da utilização de “Vídeos didáticos” e “Filmes/documentários/séries/músicas”.

Ao analisar a ação didática (Q3b), há convergência para “Experimentos com materiais de baixo custo”, utilizados por mais de 90% dos professores dos dois grupos e “Jogos”, que são os recursos didáticos menos utilizados pelos professores. Divergência maior foi encontrada para “Livros didáticos” e “Computadores/celulares” que são utilizados por uma parcela maior de professores questionados em 2018 e “Apresentação de slides”, “Simulações computacionais” e “Vídeos didáticos” que são utilizados por uma parcela maior de professores do grupo de 2019.

Tabela 2 – Materiais/recursos didáticos utilizados pelos professores

Materiais/recursos didáticos	(Q3a)		(Q3b)	
	2018	2019	2018	2019
a) Livros didáticos	78,6%	70,0%	85,7%	60,0%
b) Materiais de divulgação científica	92,9%	95,0%	50,0%	65,0%
c) Textos paradidáticos	100,0%	75,0%	64,3%	60,0%
d) Apresentação de slides	57,1%	60,0%	35,7%	65,0%
e) Filmes/documentários/séries/músicas	85,7%	90,0%	57,1%	70,0%
f) Vídeos didáticos	85,7%	95,0%	57,1%	75,0%
g) Jogos	64,3%	75,0%	21,4%	50,0%
h) Computadores/celulares	92,9%	85,0%	78,6%	65,0%
i) Simulações computacionais (ex.: PhET Colorado)	85,7%	85,0%	50,0%	75,0%
j) Kits experimentais	92,9%	95,0%	42,9%	55,0%
k) Experimentos com materiais de baixo custo	100,0%	100,0%	92,9%	95,0%

Fonte: os autores (2019).

A divergência entre a concepção e atuação dos professores investigados pode estar relacionada a fatores já mencionados, como observado nas escolas estaduais de Santa Catarina.

Considerações finais

A hipótese de que a concepção do professor diverge da ação se confirma em várias afirmativas investigadas nas categorias conteúdos e materiais didáticos. Deste modo, pode-se inferir que o professor de Física tem concepções que abarcam visões e conhecimentos que em geral diferem da ação, indicando o pensar e o fazer de um ato pedagógico (SHULMAN, 1987), ou seja, decisões tomadas pelo professor em etapas como compreensão do conteúdo, transformação, ensino e reflexão. Os dados sobre a concepção e atuação do grupo de professores investigados trazem elementos sobre o conhecimento do currículo e conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino, ambos componentes do PCK apontados por Park e Oliver (2008).

Alguns dos resultados obtidos são semelhantes aos apresentados por Pugliese (2016), o que indica similaridades entre a atividade docente de professores de Física de São Paulo e de Santa Catarina. Conteúdos de “Cinemática”, por exemplo, são ensinados pelos professores dos dois estados, embora estes não

atribuam uma importância considerável ao assunto. Para Pugliese isto acontece em função de Cinemática ser um tema tradicional da Física Clássica.

Percebe-se que o contexto de atuação em várias turmas e em mais de uma escola também é correlato. O autor afirma que os professores passam muito tempo “dentro de salas de aula, lecionando para várias turmas [...]. O tempo do professor fora da sala de aula está concentrado em locomoções entre unidades escolares e outros afazeres” (PUGLIESE, 2016, p. 11).

Como continuidade, pretende-se entrevistar os professores e fazer observações para esclarecer os motivos que os levam a priorizar determinados conteúdos e materiais didáticos. Espera-se que o relato da prática realizada em uma disciplina possa servir de exemplo de desenvolvimento de pesquisa em Ensino de Física na licenciatura.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução n. 2, de 1 de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de Licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda Licenciatura) e para a formação continuada. Brasília: CNE, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução n. 9, de 11 de março de 2002**. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física. Brasília: CNE/CES, 2002.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 2. reimp. da 1. ed. de 2011. São Paulo: Edições 70, 2011.

DESGAGNÉ, S. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. **Revista Educação em Questão**. Natal, v. 29, n. 15, p. 7-35, mai./ago. 2007.

FONSECA, C. V.; SANTOS, F. M. T. O Curso de Licenciatura em Química da UFRGS: Estudo da Estrutura Curricular e de Aspectos Constitutivos da Formação Docente. **Alexandria**. Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 81-111, 2015.

FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

PARK, S.; OLIVER, S. Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. **Research in Science Education**, v. 38, n. 3, p. 261–284, 2008.

PUGLIESE, R. M. **O trabalho do professor de física no ensino médio**: realidade, vontade e necessidade. 2016. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the new Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, L. S. Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

REFLEXÃO, INOVAÇÃO E PESQUISA NA DOCÊNCIA EM FÍSICA

REFLECTION, INOVATION AND SEARCH IN PHYSICS TEACHING

***Jaderson Guilherme Polli¹, Erick Mayer², Aline Cristina de Sant'Anna³,
Angelisa Benetti Clebsch⁴**

¹Instituto Federal Catarinense (IFC)/*Campus* Rio do Sul, jaderpolli99@gmail.com

²IFC/*Campus* Rio do Sul, erick.mayer@outlook.com

³IFC/*Campus* Rio do Sul/E. M. Tancredo Neves – Ibirama(SC), prof.aline.mat@gmail.com

⁴IFC/*Campus* Rio do Sul, angelisa.clebsch@ifc.edu.br

Resumo

Este trabalho é recorte de uma pesquisa colaborativa realizada na disciplina de Pesquisa e Processos Educativos da Licenciatura em Física de uma instituição brasileira, tendo como objeto a utilização dos saberes docentes na docência em Física. Tem por objetivos (i) Identificar com que frequência os docentes fazem reflexão e avaliação da sua prática; (ii) Investigar se os docentes de Física utilizam a pesquisa e a inovação. Foram definidas dimensões e categorias de análise utilizando como aportes teóricos o conhecimento pedagógico de conteúdo de Shulman (1986, 1987) e saberes docentes de professores de Ciências propostos por Carvalho e Gil-Pérez (2011). São abordados os resultados da dimensão ação-reflexão que teve como categorias: reflexão, inovação, pesquisa e socialização. Os dados foram obtidos por meio de um questionário aplicado nos anos de 2018 e 2019 com duas amostras distintas de professores, em sua maioria atuantes no estado de Santa Catarina. Os dados mostram que os professores fazem reflexão e avaliação da ação didática muito frequentemente. Foi possível inferir que os professores investigados reconhecem o desenvolvimento da área de Pesquisa em Ensino de Física como contribuinte para a melhoria do ensino, mas em menor frequência fazem uso destas pesquisas em suas próprias aulas. Ademais, os professores raramente divulgam experiências ligadas à sua prática em eventos ou periódicos da área de Ensino de Física. Aponta-se a necessidade de ampliar a comunicação entre a academia e os docentes da escola básica.

Palavras-chave: Docência em Física. Pesquisa. Conhecimento Pedagógico de Conteúdo.

Abstract

This work is part of a collaborative research carried out in the discipline of Research and Educational Processes of the Degree in Physics of a Brazilian institution, with the object of using teaching knowledge in teaching Physics. Its objectives are (i) To identify how often the teachers reflect and evaluate their practice; (ii) Investigate whether physics teachers use research and innovation. Dimensions and categories of analysis were defined using Shulman's (1986, 1987) pedagogical content knowledge and teaching knowledge of science teachers proposed by Carvalho and

Gil-Pérez (2011) as theoretical contributions. It addresses the results of the action-reflection dimension that had the following categories: reflection, innovation, research and socialization. The data were obtained through a questionnaire applied in the years 2018 and 2019 with two different samples of teachers, most of them working in the state of Santa Catarina. The data show that teachers do reflection and evaluation of didactic action very often. It was possible to infer that the investigated teachers recognize the development of the Research area in Physics Teaching as a contributor to the improvement of teaching, but less frequently they use this research in their own classes. Furthermore, teachers rarely divulge experiences related to their practice in events or journals in the area of Physics Teaching. The need to expand communication between the academy and the teachers of the basic school is pointed out.

Keywords: Teaching in Physics. Search. Pedagogical Knowledge of Content.

Introdução

O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido na disciplina de Pesquisa e Processos Educativos IV (PPE IV) do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense (IFC) *Campus* Rio do Sul. Como parte prática da disciplina, no ano de 2018 foi proposta a elaboração e o desenvolvimento de uma pesquisa colaborativa. A colaboração aconteceu entre a professora da disciplina e os acadêmicos, que se reuniram na proposição de uma problemática a investigar, na definição da base teórica, elaboração de instrumento de pesquisa e na coleta e análise de dados.

Para Desgagné (2007), a pesquisa colaborativa coloca o pesquisador e os docentes em co-construção, sendo ao mesmo tempo uma atividade de pesquisa e de formação docente. Neste caso, trata-se da formação dos acadêmicos da disciplina e da aproximação destes com a realidade da profissão docente, ou seja, seu futuro campo de trabalho.

A elaboração do projeto de pesquisa teve início através da busca exploratória de trabalhos publicados em eventos da área de Ensino de Física (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF e Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF). A partir da socialização dos resultados apresentados pelos acadêmicos, optou-se por investigar na linha *Formação e Prática Profissional do Professor de Física*, com foco na prática docente e no impacto das publicações da área nas aulas de Física do Ensino Médio.

Entre as discussões levantadas na elaboração do projeto de pesquisa, foi possível perceber que apesar do desenvolvimento da área de Ensino de Física, a comunicação entre a academia e a prática docente ainda é muito deficiente, principalmente no sentido com que a academia influencia a prática por meio dos estudos. Dentro deste contexto Pugliese (2017) levanta uma contradição aparente:

[...] se o pesquisador em Educação ou Ensino de Física desenvolve [...] metodologias, materiais, procedimentos, interpretações e modelos para a melhoria do processo educativo em nível básico, por que os professores não modificam suas práticas e permanecem com aulas conservadoras, tradicionais e/ou espetaculares? (PUGLIESE, 2017, p. 2).

Não há respostas simples para tais questionamentos, devido às complexas relações entre o Ensino de Física e a Pesquisa em Ensino de Física. Para Delizoicov (2004) é necessário refletir sobre o significado da pesquisa básica na área, suas características e sobre o papel dos resultados destas pesquisas realizadas fora do contexto do Ensino de Física que acontece nas escolas de Educação Básica. É possível que os professores de Física da Educação Básica não disponham de tempo para acessar as pesquisas realizadas na área de Ensino de Física. É possível supor ainda que eles nem tenham conhecimento do universo desta área de pesquisa.

Estas discussões motivaram a definição de parte da pesquisa realizada na PPE IV, cujos resultados serão aqui apresentados. O interesse foi direcionado a investigar se os professores que atuam no Ensino Médio conhecem eventos e periódicos da área de Ensino de Física e se costumam fazer publicações acadêmicas. Defende-se que aproximações com a área de Pesquisa em Ensino de Física podem auxiliar o docente na reflexão e avaliação de sua ação didática, bem como na realização de pesquisas sobre a prática e inovações.

A partir deste contexto, este trabalho tem como objetivos: (i) Identificar com que frequência os docentes fazem reflexão e avaliação da sua prática; (ii) Investigar se os docentes de Física utilizam a pesquisa e a inovação.

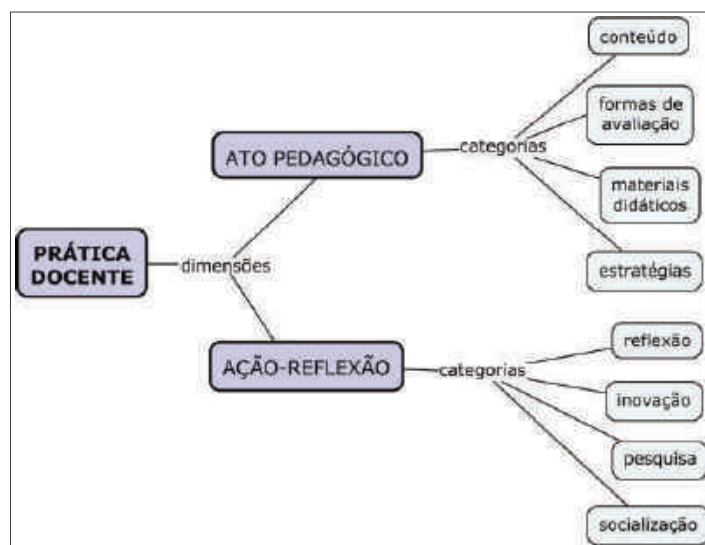
Ação-reflexão na prática docente

A licenciatura propicia a construção de conhecimentos necessários à docência definidos por atores diversos. Entre eles alguns foram eleitos (SHULMAN, 1986, 1987; PARK e OLIVER, 2008; CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011) para a definição de dimensões e categorias de análise para a pesquisa.

No repertório mínimo de conhecimentos necessários à prática docente, Shulman (1986) concebe o conhecimento pedagógico de conteúdo – PCK (abreviatura do termo *Pedagogical Content Knowledge*). Trata-se de uma mistura do conteúdo com a pedagogia que se traduz em uma compreensão de como particulares temas, problemas ou questões são organizadas, representadas, e adaptadas aos diversos interesses e habilidades dos alunos.

Entende-se que o PCK integra o conhecimento do conteúdo, o pedagógico e do contexto numa relação dinâmica entre aquisição de conhecimento, novas aplicações e reflexão sobre sua utilização na prática docente (PARK e OLIVER, 2008). Os autores propõem que o PCK é formado dos seguintes componentes: orientações para o ensino, conhecimento sobre a compreensão dos alunos, eficácia do professor, conhecimento do currículo, conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino e conhecimento da avaliação da aprendizagem. Alguns destes componentes serviram de base para a definição das categorias da dimensão *ato pedagógico* (Figura 1).

Para a definição da segunda dimensão da pesquisa (*ação-reflexão*) serviram de base as etapas do Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) proposto por Shulman (1987) para explicar como o PCK se constrói. Para o autor cada conteúdo planejado e ministrado na ação docente envolve: compreensão, transformação, ensino, avaliação, reflexão e nova compreensão.

Figura 1 – Dimensões e categorias de análise da pesquisa

Fonte: os autores (2018).

Para a dimensão *ação-reflexão*, nos apoiamos também nas ideias de Carvalho e Gil-Perez (2011) que definiram um repertório de saberes necessários à docência na área de Ciências. Para os autores, os professores não entendem como necessários diversos conhecimentos que a academia considera fundamentais para o desempenho docente. Entre estes saberes estão a ideia de aprendizagem como construção de conhecimentos, a necessidade de transformar o pensamento espontâneo do professor de que ensinar Ciências exige apenas o conhecimento do conteúdo e, utilizar pesquisa e inovação (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011).

Este trabalho apresenta resultados da dimensão *ação-reflexão*. Dentro desta, a categoria *reflexão* envolve uma análise crítica da ação didática e do desempenho dos estudantes de acordo com Shulman (1987). As categorias *pesquisa* e *inovação* foram propostas a partir das necessidades formativas de professores de Ciências apontadas por Carvalho e Gil-Perez (2011). A categoria *socialização* deriva da curiosidade dos acadêmicos para investigar se os professores que ministram aulas de Física no Ensino Médio, costumam produzir e publicar trabalhos sobre sua a prática.

Descrição Metodológica

Os estudos teóricos da disciplina e discussão de trabalhos pelos acadêmicos serviram de suporte para a elaboração do instrumento de coleta, análise de dados e escrita dos trabalhos com os resultados. Apenas os referenciais teóricos foram propostos pela professora de PPE IV.

As dimensões e categorias de análise apresentadas na Figura 1 definidas *a priori*, nortearam a elaboração de um questionário contendo 13 questões fechadas do tipo escala *likert* e de múltipla escolha. As questões de escala *likert* contavam com proposições, para as quais haviam possibilidades de resposta para que os docentes marcassem a opção que mais os descrevia.

As primeiras questões (1 a 6), cujas respostas foram analisadas em outras publicações, referem-se à dimensão *ato pedagógico*. As últimas questões (8 a 13) foram de múltipla escolha e buscaram a caracterização das amostras.

A questão 7, cujos resultados serão apresentados em seguida, relaciona-se à dimensão *ação-reflexão*. Tinha como enunciado: “Nas afirmativas seguintes expresse sua opinião com relação à reflexão da ação didática.” Nas suas afirmativas o questionado deveria se manifestar com uma das seguintes respostas: 1. Nunca; 2. Raramente; 3. Frequentemente; 4. Muito frequentemente; 5. Sempre.

No Quadro 1 apresentam-se os objetivos das afirmativas da questão 7 e sua relação com as categorias de análise.

Quadro 1 – Objetivos das afirmativas da questão 7

Categoria	Objetivo	Proposição
Reflexão	Sondar se o professor tem o hábito de fazer reflexão e avaliação da sua prática.	a
		b
Inovação	Inquerir se o professor costuma propor inovações na sua prática.	c
	Identificar se na visão do professor o desenvolvimento da área de pesquisa em Ensino de Física contribui na melhoria da prática docente.	d
		e
Pesquisa	Identificar se o professor conhece eventos e periódicos da área de EF/Ciências.	f
		g
		h
		i
Socialização	Identificar se o professor costuma socializar experiências de sala de aula.	j

Fonte: Os autores (2018).

O questionário foi aplicado pela primeira vez no ano de 2018 de maneira física (impresso), com uma amostra limitada de professores da região do Alto Vale do Itajaí. Em 2019, quando a disciplina de PPE IV era ministrada pela segunda vez, o questionário foi reaplicado. A pesquisa foi apresentada aos acadêmicos de 2019 e estes transformaram o questionário em formato *online* e o aplicaram com professores do estado de Santa Catarina.

Resultados e discussão

Em 2018, a pesquisa contou com a participação de 14 professores, em sua maioria (10/14) atuando em escolas públicas. Embora também houvesse professores de outras áreas lecionando as disciplinas de Física, suas formações eram específicas em Física, sendo a maioria graduados e graduandos (11/14). Entre os referidos, a maioria não apresenta cursos de pós-graduação (8/14). Já em 2019, a pesquisa desenrolou-se com a participação de 20 professores que atuam grande parte (17/20) em escolas públicas. Destes mais da metade (11/20) é graduado em Física e a metade (10/20) já possui pós-graduação.

O tratamento quantitativo foi realizado por meio da obtenção das médias ponderadas das respostas na escala *likert*. Após a obtenção das médias, elas foram arredondadas para dois algarismos significativos, buscando encontrar a proposição de frequência que era representada por aquela média. O Quadro 2 apresenta as

médias ponderadas para cada afirmativa da questão analisada nos dois anos em que a pesquisa foi realizada.

Quadro 2 – Grau de frequência atribuído às afirmativas

Proposições da questão	Grau de frequência	
	2018	2019
a) Realizo a autoavaliação da ação didática.	4,0	4,2
b) Faço reflexões sobre a ação didática.	4,4	4,4
c) Crio estratégias de ensino a partir de minhas reflexões sobre as aulas.	4,4	4,3
d) O desenvolvimento da área de Pesquisa em Ensino de Física contribui para a melhoria do ensino e da aprendizagem em sala de aula.	3,7	4,1
e) A divulgação das pesquisas da área de Ensino de Física contribui na melhoria das minhas aulas.	3,5	3,4
f) Costumo ler artigos publicados em periódicos (Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física) da área de Ensino de Física.	3,1	2,8
g) Costumo ler artigos publicados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF).	2,8	2,6
h) Costumo ler trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF).	2,6	2,6
i) Costumo ler trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC).	3,6	3,6
j) Costumo divulgar em eventos ou revistas as minhas experiências como professor de Física.	1,9	1,9

Fonte: os autores (2019).

Dentro da categoria *reflexão*, observa-se que os professores fazem reflexão e avaliação da ação didática muito frequentemente, sendo que os resultados são convergentes para os dois grupos (2018 e 2019). De acordo com Shulman (1987), a reflexão da ação didática leva a uma nova compreensão do conteúdo.

Na categoria *inovação*, o resultado para a afirmativa *c* é reflexo do resultado das duas primeiras. Pode-se inferir que novas estratégias de ensino são criadas muito frequentemente pelos professores, por terem o hábito de fazer reflexões e autoavaliações de suas aulas. O resultado também mostra uma possível nova compreensão (SHULMAN, 1987) sobre o ensino, conteúdo ou estudantes. Já nas afirmativas *d* e *e*, as médias foram menores indicando que as pesquisas da área de Ensino de Física não têm contribuído muito na melhoria da prática docente. No entanto, as médias foram um pouco maiores para melhorias no ensino e aprendizagem dos alunos. A partir disso é possível perceber que os professores de ambas amostras reconhecem o desenvolvimento da área de Pesquisa em Ensino de Física como contribuinte para a melhoria do ensino, mas em menor frequência fazem uso destas pesquisas em suas próprias aulas.

Nas afirmativas que investigavam o conhecimento dos professores sobre publicações da área (categoria *pesquisa*), as médias para todas as afirmativas foram muito próximas ou idênticas para os dois grupos investigados (2018 e 2019). Pelos dados, os professores conhecem mais os artigos publicados em periódicos e trabalhos publicados no ENPEC. Embora as afirmativas questionem a frequência com que os professores leem as publicações, o objetivo era identificar se eles

conhecem de fato estes meios de comunicação acadêmica. As médias desta categoria apontam uma pequena contradição nas respostas, uma vez que os professores mais frequentemente percebem as contribuições da área de Pesquisa em Ensino de Física do que leem artigos da área. Questiona-se de que forma ocorre esta contribuição se não pelos artigos? Levanta-se a hipótese de indução ao erro pelas afirmativas ou talvez falta de sinceridade por parte de alguns respondentes. De todo modo, como as médias menores são as relacionadas a eventos da área de Ensino de Física, aponta-se a necessidade de ampliar a divulgação de eventos entre os professores que atuam nas escolas de Ensino Médio.

A categoria *socialização* foi a que obteve menor média, indicando que raramente os professores divulgam experiências ligadas à sua prática profissional. Logicamente por ser uma média mostra que alguns professores investigados nunca socializam suas experiências. Há espaço para publicação de relatos de experiência no SNEF e nas revistas da área.

Considerações finais

Os dados confirmam que a reflexão e avaliação da ação docente fazem parte de um ato pedagógico completo (SHULMAN, 1987). Para o autor, em um processo de ensino o docente utiliza seu repertório de conhecimentos, reflete e fundamenta suas decisões e iniciativas pedagógicas. Esta vivência começa e termina com a compreensão. Assim, após a transformação, ensino, reflexão e avaliação, não necessariamente nesta ordem, o docente pode ter uma nova compreensão, seja dos objetivos do ensino, da matéria, dos alunos e até sobre si mesmo. Esta nova compreensão que resulta da ação-reflexão e indica mudanças contínuas nos saberes do docente, possibilita a ele fazer inovações, ou seja, mudanças no âmbito da sua prática. Em complemento a estas ideias, Carvalho e Gil-Pérez (2011) afirmam que utilizar a pesquisa e a inovação são necessidades formativas dos professores de Ciências.

Nesta linha, o acesso aos conhecimentos produzidos pela área de Pesquisa em Ensino de Física pode contribuir com melhorias na prática dos professores. Os dados mostram que as pesquisas da área têm pouca influência na atuação profissional dos professores. Isso pode ser explicado pela comunicação deficiente entre a academia e os docentes da escola básica, conforme apontado por Pugliese (2016). Para Delizoicov (2004) é necessário estar atento a falta de discussões entre os pesquisadores da área de Ensino de Física sobre as repercussões de suas pesquisas no Ensino de Física, considerando os investimentos intelectuais, de tempo e financeiros envolvidos na produção e socialização das pesquisas.

A contribuição aos professores participantes da pesquisa foi justamente no sentido de apresentar a eles os eventos e periódicos da área, colocados explicitamente nas afirmativas. Pretende-se compartilhar com estes os frutos da pesquisa completa encaminhando a eles as publicações dos resultados.

Sugere-se que os pesquisadores da área de Ensino de Física busquem novos mecanismos de comunicação e aproximação com os professores que atuam não só no Ensino Médio, mas também no Ensino Fundamental. É importante lembrar que a nova Base Nacional Comum Curricular instituída por meio de

resoluções (BRASIL, 2017, 2018), insere conceitos de Física dentro da área de Ciências da Natureza em todas as séries da Educação Básica.

Quanto ao futuro desta pesquisa, há espaço para obtenção de outras medidas estatísticas para as duas amostras, como o desvio padrão ou o coeficiente de variação. Optou-se, no entanto, por não apresentá-las neste trabalho por conta da maior complexidade de análise e a limitação do número de páginas. Para utilização de medidas como o desvio padrão, por motivos estatísticos, seria de extrema importância procurar abranger uma população maior de professores.

Referências

- BRASIL. **Resolução nº 2, de 22 de dezembro de 2017**. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. Brasília: Conselho Nacional de Educação, Conselho Pleno, 2017.
- BRASIL. **Resolução nº 4, de 17 de dezembro de 2018**. Institui a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM). Brasília: Diário Oficial da União, 18/12/2018, ed. 242, seção 1, p. 120. 2018.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. Rev. Téc. Anna Maria Pessoa de Carvalho. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127p.
- DELIZOICOV, D. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 145-175, 2004.
- DESGAGNÉ, S. The collaborative research concept: the idea of an approach between university researchers and practicing teachers. O conceito de pesquisa colaborativa: a idéia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. Tradução FERREIRA, A. L.; SOUZA, M. V. **Revista Educação em Questão**. Natal, v. 29, n. 15, p. 7-35, mai./ago. 2007.
- PARK, S.; OLIVER, S. Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. **Research in Science Education**, v. 38, n. 3, p. 261–284, 2008.
- PUGLIESE, R. M. **O trabalho do professor de Física no ensino médio: realidade, vontade e necessidade**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.
- PUGLIESE, R. M. O trabalho do professor de Física no ensino médio: um retrato da realidade, da vontade e da necessidade nos âmbitos socioeconômico e metodológico. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 23, n. 4, p. 963-978, dez. 2017.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the new Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.
- SHULMAN, L. S. Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

CONTRIBUIÇÕES DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA EXPERIMENTAL PARA A PRÁTICA DOCENTE NO ENSINO MÉDIO

CONTRIBUTIONS OF EXPERIMENTAL PHYSICS DISCIPLINES TO TEACHING PRACTICE IN HIGH SCHOOL

Nelson Luiz Reyes Marques¹, Gilberto Orengo de Oliveira²

¹Instituto Federal Sul-rio-grandense/Campus Pelotas Visconde de Graça, nelsonreyes@terra.com.br

²Universidade Franciscana, g.orengo@gmail.com

Resumo

As pesquisas mostram que as aulas práticas experimentais fazem parte dos currículos escolares desde o século XIX e apresentam uma ampla variação nos possíveis planejamentos. Apesar disso, os professores demonstram pouca familiaridade com tais atividades. Quando essas atividades são utilizadas, se traduzem em aulas extremamente estruturadas com guias do tipo “receita de cozinha”. Este trabalho apresenta resultados parciais de uma pesquisa que está sendo desenvolvida com o objetivo de avaliar as contribuições das disciplinas de Física Experimental das Licenciaturas para a construção dos saberes docentes dos futuros professores, a partir dos conceitos de saberes propostos por Tardif (2018) e da transposição didática na visão de Chevallard (2005). A metodologia de pesquisa é qualitativa, do tipo estudo de caso, referenciada na perspectiva de Stake (2007). Como instrumento para coleta de dados para esse recorte da pesquisa foi utilizado um questionário *online*, respondido por 65 professores que mostrou a necessidade de uma atualização das disciplinas de Física Experimental da Licenciatura em Física, a fim de que essas contribuam de maneira mais significativa para a atuação do futuro professor no Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino de Física, formação de professores, Física Experimental.

Abstract

Research shows that practical experimental classes have been part of school curricula since the 19th century and present a wide variation in possible planning. Despite this, teachers show little familiarity with such activities. When these activities are used, they translate into extremely structured classes with “kitchen recipe” guides. This work presents partial results of a research that is being developed with the objective of evaluating the contributions of the Experimental Physics disciplines of the Bachelor's degrees to the construction of the teaching knowledge of future teachers, based on the concepts of knowledge proposed by Tardif (2018) and the didactic transposition in the view of Chevallard (2005). The research methodology is qualitative, of the case study type, referenced in Stake's (2007) perspective. As an instrument for data collection for this research cut, an online questionnaire was used, answered by 65 teachers who showed the need for an update of the Experimental Physics subjects of the Physics Degree, so that they contribute more significantly to the performance of the future teacher in high school.

Keywords: Physics teaching, teacher training, Experimental Physics.

Introdução

A formação de professores, tanto inicial como continuada, tem sido uma preocupação dos pesquisadores em Educação para a Ciência. Para esses pesquisadores, é necessário que o conhecimento originário desses estudos esteja presente e, também, exerça influência nos cursos de formação. Esses apontam, entre outros, os seguintes problemas no ensino de Ciências: a discussão da educação científica fora do contexto geral da Educação (CHAVES, 2009; GOLDEMBERG, 2009); a pouca participação dos professores na construção de novos conhecimentos didáticos (CACHAPUZ et al., 2011); a submissão de currículos e programas a tratamentos didáticos obsoletos, em desacordo com o processo de fazer e de pensar ciência (CASTRO, 2004); formações pedagógicas estruturadas na separação entre conteúdos científicos e pedagógicos (CACHAPUZ et al., 2011); desconsideração da epistemologia da ciência e uma influência muito limitada da didática da ciência sobre as atividades escolares, representando um sério obstáculo para o desenvolvimento desse corpo do conhecimento (FOUREZ, 2003).

Os cursos de formação inicial, de acordo com Cachapuz et al. (2011), mostram uma insuficiência devido à separação entre os conteúdos científicos e os pedagógicos, indicando a necessidade de um tratamento global e integrado dos problemas que se colocam no processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Imbernón (2011) também questiona a separação entre teoria e prática, sem que haja uma relação dialética entre elas, durante o desenvolvimento do conhecimento profissional docente.

As pesquisas indicam diferentes desafios impostos ao ensino de Ciências, em especial ao ensino de Física (CHAVES, 2009; GOLDEMBERG, 2009; CARVALHO, 2010; CACHAPUZ et al., 2011), porém não encontramos trabalhos que relacionem a contribuição das disciplinas de Física Experimental na atuação do professor no cotidiano da sala de aula, ou seja, qual a contribuição dessas disciplinas para o professor se sentir preparado para realizar atividades experimentais que almejem a problematização e a contextualização no Ensino de Física.

Carvalho (2010) critica o fato de as práticas experimentais estarem presentes há quase 200 anos nos currículos escolares e apresentarem uma ampla variação nos possíveis planejamentos, mas nem por isso os professores têm familiaridade com essas atividades. A grande maioria destas atividades se traduzem em aulas extremamente estruturadas com guias do tipo “receita de cozinha”. Nessas aulas, os alunos seguem os planos de trabalho previamente elaborados, muitas vezes entrando nos laboratórios somente para seguir os passos do guia, onde o trabalho do grupo de alunos se caracteriza mais pela divisão das tarefas do que pela troca de ideias significativas sobre o fenômeno estudado.

Os professores são atores que possuem saberes e um saber-fazer e dão provas em seus atos cotidianos. Embora as pesquisas mostrem que esse ator é o agente responsável para realizar as mudanças em sala de aula, os currículos de formação costumam desvalorizá-lo, sendo tratado como incompetente e é ensinado a ele o que deve fazer, sem valorizar a sua cultura e o seu saber experiencial (TARDIF, 2018).

O presente trabalho pretende compreender como se dão as relações entre as práticas experimentais de Física vivenciadas na formação inicial e as propostas didáticas desenvolvidas por professores no Ensino Médio e tem como objetivo geral analisar as relações entre as práticas experimentais de Física vivenciadas na formação inicial e as propostas didáticas desenvolvidas por professores no Ensino Médio.

Embasamento teórico

Nossa pesquisa é um estudo qualitativo no qual pretendemos investigar as práticas de ensino de Física, em especial as práticas experimentais, adotadas por professores de Física que atuam no Ensino Médio e as contribuições das disciplinas de Física Experimental (Laboratório de Física) dos Cursos de Licenciatura em Física para essas práticas, utilizando como referenciais teóricos os conceitos da teoria de Tardif (2018) e a Teoria da Transposição Didática de Chevallard (2005).

Saberes Docentes de Tardif

Para Tardif (2018) os professores de profissão possuem saberes específicos que são mobilizados, utilizados e produzidos por eles no âmbito de suas tarefas cotidianas. Tardif caracteriza o professor ideal como alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos. Para o autor, ensinar é desencadear um programa de interações com um grupo de alunos, a fim de atingir determinados objetivos educativos relativos à aprendizagem de conhecimentos e à socialização. Os saberes experienciais surgem como um núcleo vital do saber docente e a partir dele, os professores tentam transformar suas relações de exterioridade com os saberes em relações de interioridade com sua própria prática. “Nesse sentido, os saberes experienciais não são saberes como os demais; são, ao contrário, formados de todos os demais, mas retraduzidos, “polidos” e submetidos às certezas construídas na prática e na experiência” (TARDIF, 2018, p. 54).

Teoria da Transposição Didática de Chevallard

Uma das principais funções da escola é a apropriação dos conhecimentos produzidos pela humanidade ao longo dos séculos e para que haja esta assimilação, é necessário que o conhecimento seja apresentado de maneira que possa ser aprendido pelos alunos nos diferentes níveis de ensino. É neste ponto que se manifesta uma das principais transformações do conhecimento, isto é, a diferença entre o conhecimento produzido e o conhecimento oferecido ao aprendiz. A constatação de que um conhecimento trabalhado na escola difere daquele conhecimento produzido originalmente implica na aceitação da existência de processos transformadores que o modificam (ALVES FILHO, 2000).

Entre o conhecimento que é produzido e entendido como saber e o que é ensinado na sala de aula, existem diferenças significativas. Uma possibilidade para entender este processo de transformações é fazer uso do conceito de Transposição Didática. A ideia de Transposição Didática foi formulada originalmente pelo sociólogo Michel Verret, em 1975. Porém, em 1980, o matemático Yves Chevallard

retoma essa ideia e a insere num contexto mais específico, fazendo dela uma teoria (BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2005).

Chevallard (2005, pp. 45-46) explica que a Transposição Didática é um processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado/Aprendido). Assim, a Transposição Didática é o conjunto de ações que torna um saber “sábio” em saber ensinável (ALVES FILHO, 2000).

Metodologia de pesquisa

A pesquisa utiliza metodologia qualitativa do tipo estudo de caso instrumental na concepção de Stake (2007). A opção pelo estudo de caso na concepção de Stake se deve ao seu compromisso epistemológico construtivista, onde o conhecimento é construído, ao invés de descoberto. Estudamos uma situação específica (como se dão as relações entre as práticas experimental de Física vivenciadas na formação inicial e as propostas didáticas desenvolvidas por professores no Ensino Médio) na sua particularidade e complexibilidade.

A coleta de dados está sendo feita através de análise documental, questionário respondido *online* e entrevistas semiestruturadas. Os resultados apresentados nesse trabalho, referem-se apenas aos dados obtidos pela aplicação do questionário *online* para 65 respondentes (seis formados entre 1999 e 2005, 17 entre 2006 e 2009 e 42 entre 2010 e 2018). Eles são de várias regiões do Brasil e foram convidados através do grupo de WhatsApp, com 198 membros, denominado Professores de Física.

A fim de avaliar os objetivos das aulas de Física Experimental (Laboratório de Física) nos cursos de Licenciatura em Física, foram analisadas quatro (4) questões (de um total de 13). As questões 9 e 10 do questionário, com um total de 18 assertivas (10 para a questão 9 e 8 para a questão 10), nas quais os professores deveriam se posicionar em uma escala de concordância de cinco níveis: CONCORDO FORTEMENTE - CF; CONCORDO – C; INDECISO - I; DISCORDO – D; e DISCORDO FORTEMENTE – DF e as questões 11 e 13 eram discursivas abertas e serão mostradas a seguir.

Questão 11: as aulas de Física Experimental (Laboratório de Física) na minha formação tinham como foco principal

- i. comprovar conceitos e teorias apresentados nas aulas teóricas de Física.
- ii. ilustrar experimentalmente os problemas resolvidos nas aulas teóricas de Física.
- iii. promover nos alunos habilidades para a análise estatística dos dados coletados.
- iv. familiarizar os alunos a usarem equipamentos tradicionais dos Laboratórios de Física.
- v. familiarizar os alunos com o método científico.
- vi. preenchimento de roteiros (guias) extremamente estruturados.
- vii. a superação das concepções empírico-indutivistas da ciência.
- viii. promover a argumentação dos alunos.

ix. incorporar ferramentas matemáticas necessárias para a futura atuação como professor.

x. transpor o conhecimento físico para a vida social.

Questão 12: as aulas de Física Experimental (Laboratório de Física) contribuíram para minha atuação como professor por ...

i. mostrarem situações reais que eu iria encontrar na realidade das escolas.

ii. mesclarem a utilização de materiais tradicionais de laboratório com materiais alternativos.

iii. terem como um dos objetivos preparar os estudantes para a futura atuação no Ensino Médio.

iv. mostrarem como se conduz uma atividade de demonstração investigativa.

v. utilizarem referenciais teóricos de ensino e aprendizagem.

vi. analisarem como transformar o saber da sua forma original (saber do cientista) em saber escolar (saber a ensinar).

vii. analisarem como se explora os conceitos físicos nas atividades experimentais para o Ensino Médio.

viii. discutirem como se seleciona as atividades experimentais para o Ensino Médio.

Questão 11. Se você marcou no quadro acima em alguma opção como DISCORDO FORTEMENTE (DF), pode explicar as razões?

Questão 13. Que outras informações você julga relevante para atingir os objetivos propostos pela pesquisa e não foram apresentados nas questões anteriores?

Para interpretar os dados de um estudo de caso instrumental, Stake (2007) indica a agregação categorial que é um recurso de análise no qual o pesquisador busca acontecimentos e dados referentes ao caso que possuam uma relação entre si. Esses vários fatos contribuem para que se chegue a uma conclusão. A identificação dessas relações permite que estes dados possam ser reunidos em categorias ou classes. A partir da análise das relações existentes nestes conjuntos os pesquisadores esperam que surjam significados relevantes para o estudo em questão. A atenção do pesquisador é transferida da complexidade do caso para as relações encontradas dentro dele.

Resultados e discussão

É possível concluir, a partir das respostas apresentadas no questionário que as aulas de Física Experimental nos cursos de Licenciatura, que na grande maioria, ainda prevalecem como principais objetivos, comprovar conceitos e teorias, ilustrar experimentalmente os problemas resolvidos nas aulas teóricas, promover nos alunos habilidades para a análise estatística dos dados coletados, familiarizar os alunos a usarem equipamentos tradicionais de laboratório e preenchimento de roteiros (guias) extremamente estruturados.

Podemos apoiar as conclusões acima com alguns relatos dos professores pesquisados, que para garantir o sigilo pessoal foram identificados pela letra Q seguida de um número de identificação:

- Q31: As atividades tinham como foco apenas a familiarização do instrumental. O que faço como docente advém de leituras na literatura.
- Q29: As aulas de laboratório eram sempre guiadas por roteiros bem fechados e com pouca abertura para a formação no que se refere a atuação no ensino médio.
- Q34: Roteiros prontos de atividades para provar a teoria das aulas de física, pouco contribuíram para o ensino médio.
- Q59: Na Universidade as práticas eram poucas e usavam equipamentos que não são possíveis de encontrar nas escolas públicas.
- Q39: As atividades práticas propostas no decorrer da minha formação constituíam-se de atividades do tipo receita de bolo. Assim, não tinham espaços para a discussão e análise dos conceitos físicos envolvidos.
- Q55: Ao chegar em aula o experimento já estava montado, só tínhamos que fazer as medidas de acordo com o roteiro (eram aulas fortemente estruturadas). Mas tínhamos, em todas experiências, que fazer relatórios individuais bem completos com: Introdução, Materiais, Procedimentos, Dados Experimentais, Análise dos Dados, Fontes de Erro, Conclusão e Referências.
- Q64: As aulas de Física Experimental eram comuns a estudantes de licenciatura e bacharelado, não havia qualquer direcionamento à futura atividade dos licenciandos durante tais aulas.
- Q41: Não houve um cuidado na preparação de professores durante minha graduação, voltado à realidade das escolas.

Não questionamos a importância de comprovar teorias e desenvolver habilidades de análise estatísticas de dados, mas temos certeza de que não são suficientes para o futuro professor se sentir familiarizado com as atividades experimentais e aplicá-las quando forem atuar como professor na Educação Básica. Assim como Carvalho (2010), acreditamos que na formação dos futuros professores é necessário prepará-los para que possam utilizar as práticas experimentais no ensino de Física com o objetivo de desenvolver nos alunos novas práticas e linguagens, entrelaçando com os conhecimentos anteriores sem deixá-los de relacionar com as linguagens e práticas do cotidiano.

Carvalho (2010) enfatiza que tradicionalmente o ensino de Física, na Educação Básica, é voltado para o acúmulo de informações e o desenvolvimento de habilidades estritamente operacionais, em que, muitas vezes, o formalismo matemático e outros modos simbólicos, como gráficos, diagramas e tabelas, carecem de contextualização. Essa prática de ensino, segundo Capecchi e Carvalho (2006) se caracteriza apenas pela transmissão, dificultando a compreensão por parte dos alunos sobre o papel que diferentes linguagens representam na construção dos conceitos físicos. Carvalho (2010) conclui que as atividades experimentais poderiam e deveriam ser usadas para promover uma aprendizagem com real entendimento desta ciência. Essa preocupação deveria estar presente nos cursos de formação inicial de professores.

Os relatos a seguir, dos professores pesquisados, mostram alguns problemas que precisam ser superados durante a formação inicial:

- Q9. Precisamos de um enfoque de ensino de Física que aborde com maior propriedade as questões metodológicas para o ensino de Física da educação básica.
- Q18. É necessário enfatizar experimentos com materiais alternativos para apresentar aos alunos, ainda dentro dos cursos de graduação, mas de forma a ficar integrado aos conteúdos teóricos.
- Q55. Só trabalhei com referenciais teóricos de ensino e aprendizagem em disciplinas opcionais do mestrado (meu mestrado não foi na área de ensino) e, estes, muito pouco aplicados na experimentação. Quanto a discussões para selecionar atividades experimentais para o EM, foram muito poucas.
- Q56. As aulas de física experimental que vivenciei durante minha formação acadêmica jamais discutiram questões epistemológicas, teorias de aprendizagem, CTS, ...
- Q56. Nossas aulas de laboratório eram simplesmente assim: o professor entregava um livro com a descrição de vários experimentos, escolhíamos por exemplo um experimento de mecânica e procurávamos nas prateleiras ou em cima das mesas os materiais necessários para realização do experimento, depois de executá-lo, montávamos um relatório.
- Q58. Na graduação não existia a preocupação com a atuação no Ensino Médio.
- Q61. Marquei DF (discordo fortemente) em várias alternativas porque minhas aulas de Física Experimental foram um horror. Essa é minha opinião a partir do olhar que desenvolvi ao longo da minha experiência docente e do estudo no mestrado e doutorado. Naquela época de graduação, estava inserido em um contexto em que o aluno acha as atividades experimentais o máximo, apesar de não passarem de aulas de reforço de concepções empírico-indutivistas. O cenário era o mesmo toda semana: monta o experimento (quando já não estava montado), coleta os dados e vai preenchendo tabelas, faz o gráfico, calcula o coeficiente e faz o relatório. Jamais houve qualquer discussão sobre o "fazer científico" e se discutiu algum erro. O que importava era chegar numa margem de erro de até 5 ou 10%. Hoje posso garantir que o que eu vivenciei foi um assassinato epistemológico da Física nas aulas experimentais.

Apesar das práticas experimentais integrarem há muito tempo as atividades de ensino, o uso dessas práticas ainda carece de olhares mais cuidadosos, principalmente durante a formação dos professores, pois, ainda hoje, a disciplina de Física, no Ensino Médio, apresenta um enfoque essencialmente teórico, centrando-se basicamente em conceitos abstratos (desvinculados da realidade), cálculos matemáticos e exercícios de fixação. Isso gera desinteresse e aversão à disciplina. Acreditamos que as disciplinas da Física Experimental da Licenciatura, se ministradas separadas dos cursos de Bacharelado, podem contribuir para a mudança dessa realidade, dando suporte para os alunos (futuros professores) estabelecerem vínculos entre a teoria e a prática.

Temos a consciência que os problemas enfrentados no Ensino de Física no Ensino Médio vão além da formação e concordamos com Pugliese (2017) que mostra que o Ensino de Física precisa de mudanças bruscas na sua forma e no seu conteúdo curricular. O autor afirma ainda que os professores desejam inserir mais tópicos de física moderna, desejam fazer mais experimentações, desejam visitar centros de ciências e museus, desejam que seus alunos leiam mais (textos didáticos

e históricos), mas demonstram que ensinam os tradicionais tópicos da Física Clássica em aulas quase que exclusivamente expositivas.

Acreditamos que, além da mudança do conteúdo curricular, a utilização adequada de diferentes metodologias experimentais, tenham elas a natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode possibilitar a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científicos sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes. Para isso, salientamos a necessidade de uma atualização das disciplinas de Física Experimental da Licenciatura em Física, a fim de que essas contribuam de maneira mais significativa para a atuação do futuro professor no Ensino Médio.

Referências

- ALVES FILHO, J. Regras da Transposição Didática aplicadas ao Laboratório Didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2: p. 174-188, ago. 2000.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**. V10(3), pp. 387-404, 2005.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação no Ensino de Ciências**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. **Por-Posições**. Campinas v. 17, n.1(49), p. 137-153, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. As Práticas experimentais no Ensino de Física. In: Carvalho, A. M. P. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CASTRO, A. D. **Prefácio**. In: Carvalho, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thonson Learning, 2004.
- CHAVES, A. S. Educação para a Ciência e a Tecnologia. In: Werthein, J. e Cunha C. **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas**. 2.ed. Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2009.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposición didáctica**. Buenos Aires: Aique, 2005.
- GOLDEMBERG, J. Educação científica para quê? In: Werthein, J. e Cunha C. **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas**. 2.ed. Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2009.
- IMBERNÓN, F. **A formação docente e profissional; formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo, Cortez, 2011.
- PUGLIESE, R. M.. O trabalho do professor de Física no ensino médio: um retrato da realidade, da vontade e da necessidade nos âmbitos socioeconômico e metodológico. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 963-978, 2017.
- STAKE, R. E. **Investigación com estudio de caso**. Madri: Ediciones Morata, 2007.
- TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação profissional**. Petrópolis: Editora Vozes, 17. Ed., 2018.

INTERLOCUÇÃO ESCOLA-UNIVERSIDADE: UMA EXPERIÊNCIA DE CONSTRUÇÃO COLABORATIVA DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

SCHOOL-UNIVERSITY COLLABORATION: AN EXPERIENCE OF JOINT CONSTRUCTION OF DIDACTICS SEQUENCES.

Douglas Grando de Souza¹, Eliane Angela Veit²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, douglas.grando@ufrgs.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, eav@ufrgs.br

Resumo

Promover espaços de interlocução entre Escola e Universidade é uma urgência para a Formação Continuada de Professores de Física, devido à necessidade de uma verdadeira dialética entre os saberes provenientes desses espaços educativos. Esse tipo de inter-relação pode ser oportunizado com o auxílio do referencial teórico de Comunidades de Prática – estruturas sociais sustentadas no tempo e capazes de produzir, reproduzir e transformar conhecimentos. Avaliar, à luz desse conceito, espaços que promoveram a interlocução desejada pode auxiliar a cultivar Comunidades de Prática para a Formação Continuada de Professores. Nesse trabalho, buscamos avaliar a experiência de construção colaborativa de sequências didáticas realizada no Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular da Faculdade de São Paulo, entre os anos 2003 e 2012. A análise de entrevistas com participantes do grupo de pesquisa permitiu identificar nessa produção colaborativa uma prática que promove o compromisso mútuo entre os participantes, o compartilhamento de um empreendimento conjunto e repertório compartilhado para negociação de significados, trazendo em si elementos que auxiliam na promoção de Comunidades de Prática.

Palavras-chave: Formação Continuada de Professores; Comunidade de Prática; Ensino de Física.

Abstract

Promoting environments for collaboration between School and University is an urgency for In-service Physics Teachers Education, due to the need for a true articulation between the knowledge originated within these educational settings. This type of interrelation can be promoted with the help of the theoretical framework of Communities of Practice – social structures sustained over time and capable of producing, reproducing and transforming knowledge. To assess environments that promoted the aimed collaboration can help to cultivate Communities of Practice for In-service Teachers Education. In this work, we aim to assess the experience of collaborative construction of didactic sequences developed in Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular in the Universidade de São Paulo, between the years 2003 and 2012. We interviewed eight participants of this research group. The analysis of interviews allowed to identify in this

collaborative production a practice that promotes mutual commitment between the participants, the sharing of a joint enterprise and a shared repertoire for negotiating meanings, bringing elements that help in the promotion of Communities of Practice.

Keywords: In-service Teacher Education; Community of Practice; Physics Education.

Introdução

As propostas que visam promover o desenvolvimento profissional docente, em específico aquelas voltadas à Formação Continuada de Professores (FCP), encontram desafios associadas ao relacionamento entre a Escola e a Universidade. Tradicionalmente, a prática profissional dos professores de Física poucas vezes é amparada pela pesquisa acadêmica; do mesmo modo, a produção de pesquisa acadêmica muitas vezes não tem como fundamento as situações e problemas vividos no chão da Escola (MCINTYRE, 2005). Não raras vezes a FCP de Física ocorre à margem do seu trabalho, consistindo na transmissão de atividades pedagógicas previamente preparadas por pesquisadores, com a expectativa de implantação por professores em sala de aula (i.e. BARCELOS; VILLANI, 2006; BORGES; GOI, 2018). Assim, promover a existência de espaços para o diálogo e aprendizagem mútua entre professores e pesquisadores, capazes de oportunizar uma dialética entre os conhecimentos de pesquisa acadêmica e da experiência em sala de aula, é uma necessidade urgente para a FCP de Física.

Fomentar esses espaços de interlocução entre Escola e Universidade implica reconhecer que a aprendizagem dos professores é parte de um processo de colaboração conjunta, entre si e com pesquisadores, na construção, negociação e valorização de saberes e práticas docentes e de sua identidade enquanto professores (IMBERNÓN, 2010). Essa perspectiva sobre a identidade e a prática profissional é central nas chamadas Comunidades de Prática (CoP) – configurações sociais capazes de produzir, reproduzir e transformar práticas, oferecendo oportunidades de aprendizagem aos seus membros através da legitimação de sua participação nesses processos (WENGER, 2001). No âmbito da FCP, a literatura mostra que essas estruturas sociais auxiliam a promover a inovação nas práticas didáticas, a construção da identidade profissional docente e criação de espaços de interlocução entre a Escola Básica e a Academia (, 2020, no prelo).

Investigar experiências bem-sucedidas de Formação Continuada de Professores de Física através da lente teórica das Comunidades de Prática pode auxiliar na promoção futura de modelos formativos voltados para o cultivo desse tipo de estrutura social. Por meio de uma pesquisa¹ de caráter histórico, ainda em andamento, buscamos investigar as vivências de participantes e antigos participantes do Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular (NUPIC). Este grupo de pesquisa da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), durante o período de 2003 a 2012, teve suas atividades

1 Projeto *Espaços de interlocução Escola-Universidade na Formação Continuada de Professores em Ciências: uma investigação histórica à luz da Teoria Social da Aprendizagem de Wenger*, registrado e aprovado na Plataforma Brasil sob o CAAE nº 18988819.0.0000.5347.

marcadas pela presença ativa de professores da Educação Básica (EB) em virtude da realização de dois projetos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP).

A pesquisa buscará avaliar práticas vividas e os respectivos valores atribuídos por participantes do NUPIC, de modo a propor bases capazes de auxiliar no cultivo de Comunidades de Prática para a Formação Continuada de Professores. No presente trabalho, apresentamos a análise de uma das práticas identificadas no NUPIC que consideramos promover adequadamente a Interlocução entre Escola e Universidade: a construção colaborativa de sequências didáticas. Em particular, respondemos à seguinte questão de pesquisa: quais fatores, à luz de referencial de CoP, sustentavam a atividade colaborativa de produção de sequências didáticas no NUPIC?

Referencial Teórico

As *Comunidades de Prática* têm sua origem na tentativa de compreender os processos de aprendizagem ocorridos em ambientes educativos não-formais (MEGA et al., 2020). Conceito desenvolvido por Etienne Wenger (2001), as Comunidades de Prática sustentam uma concepção de aprendizagem, cognição e conhecimento enquanto fenômenos socialmente situados e intimamente relacionados à identidade da pessoa, sendo ligados a sistemas de relações interpessoais nos quais possuem significado e são valorizados.

Essa forma de organização social emerge ao redor das práticas – modos de agir, fazer e viver conjuntos, ganhando sentido no contexto social e histórico que outorga estrutura e sentido ao que se faz (WENGER, 2001). As práticas de uma CoP possuem três elementos constitutivos: (1) o compromisso mútuo entre seus participantes, caracterizando a forma de participação conjunta e valorizada mutuamente nas práticas da comunidade; (2) o empreendimento conjunto, que se refere aos objetivos compartilhados na CoP; e (3) o repertório compartilhado, compondo o conjunto de atalhos comunicativos partilhados pelos membros da comunidade, como por exemplo, a linguagem, os conceitos e as rotinas de ação, as formas de agir, os objetos e a histórias. Esses três elementos são reconhecidos como dimensões de uma Comunidade de Prática.

O processo social de produção, reprodução e transformação de significados nas CoP é caracterizado pelo que Wenger (2001) chama de *negociação de significados*. Esse processo corresponde à convergência de duas dimensões diferentes: a participação e a reificação. A participação corresponde à intervenção ativa nas práticas das CoP, enquanto a reificação refere-se ao processo de criação de atalhos comunicativos para a negociação de significados. Como formas de atuação ao longo do tempo, a participação e a reificação são formas de *esquecimento* e de *memória*, constituindo duas fontes de continuidade e descontinuidade das práticas das comunidades sociais ao longo do tempo.

Metodologia

A pesquisa desenvolvida, de caráter histórico (JOHNSON; CHRISTENSEN, 2008), centra-se na investigação das experiências vividas por participantes do NUPIC envolvidos nos Projetos de Ensino Público ocorridos entre 2003 e 2012. Escolhemos

como fontes históricas primárias entrevistas semiestruturadas realizadas com oito participantes do NUPIC no período investigado. As fontes históricas secundárias incluem diferentes documentos produzidos pelo grupo de pesquisa, como projetos de pesquisa, relatórios e trabalhos de pós-graduação. Interpretamos essas fontes de dados como elementos associados à participação e a reificação, trazendo contribuições distintas para compor uma interpretação das vivências dos participantes no NUPIC. As entrevistas foram realizadas em Porto Alegre (presencial e por ligação) e em viagem de campo à São Paulo, sendo gravadas em áudio. Todos os entrevistados assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Neste trabalho os entrevistados são identificados por nomes fictícios.

O tratamento de dados foi conduzido pela transcrição e posterior codificação temática, realizada com o auxílio do *software* de análises qualitativas *NVivo* disponibilizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram criados nós² correspondentes a categorizações prévias definidas a partir do referencial teórico e categorizações emergentes, úteis para a composição de narrativas históricas acerca das experiências do NUPIC. Este trabalho centra-se nas informações codificadas no nó Atividades, categorização emergente reservada aos elementos que auxiliam a descrever as práticas desenvolvidas no NUPIC. As informações foram complementadas pelas dos nós referentes às categorizações teóricas correspondentes aos elementos constitutivos das práticas de uma Comunidade de Prática – Compromisso Mútuo, Empreendimento Conjunto e Repertório Compartilhado.

Resultados e Análise

A partir do final do ano de 2003, o NUPIC desenvolveu um trabalho junto a professores da Educação Básica no projeto *Atualização dos Currículos de Física no Ensino Médio de Escolas Estaduais: a Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula*. Financiado entre os anos de 2003 e 2007 pela FAPESP e pertencendo à modalidade Ensino Público, o projeto tinha como objetivo a elaboração e aplicação de sequências didáticas para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Entre 2009 e 2012, o NUPIC teve outro projeto financiado na mesma modalidade, intitulado *A Física Moderna no Ensino Médio e a Formação de Multiplicadores para a Rede Pública de Professores de Física*. Seu objetivo era a formação de professores multiplicadores na Rede Pública do Estado de São Paulo, capacitados a utilizar e reverberar as sequências didáticas desenvolvidas no NUPIC. Nesse período, os membros do grupo de pesquisa envolvidos nesse projeto voltaram-se para o desenvolvimento e realização de cursos para professores da Educação Básica (EB). Tais cursos versavam sobre as sequências didáticas desenvolvidas no projeto anterior, sendo ministrados pelos professores da EB membros do NUPIC.

Dado esse contexto geral, apresentado pelos entrevistados e corroborado pelos registros dos projetos, analisamos a atividade de produção e reprodução de materiais didáticos no NUPIC, um dos maiores exemplos de interlocução entre Escola e Universidade desenvolvidos no grupo de pesquisa.

2 “Nó” é a terminologia utilizada pelo *software* NVivo para descrever uma coleção de referências sobre um mesmo tema. No nosso caso, o nó *Atividades* congrega todos os trechos de entrevistas ou documentos que se relacionam com as atividades desenvolvidas no NUPIC.

Elaboração Conjunta de Sequências Didáticas

Gregório: A gente chegava de manhã, cada um fazia um relato do que tinha... porque depois que começa a andar já tem atividade rolando, né? Então a gente pegava uma meia hora, cada professor chegava e relatava o que tinha feito... progresso no material que tava produzindo, a intervenção que tinha feito, se tivesse aula aplicada ele contava um pouco do que tinha acontecido com as atividades, tal, e aí, na segunda parte... tudo muda, tá? Porque enjoa, porque dez anos, né? A gente na verdade pegava algumas vezes era estudar, apresentar algum tema e depois do grupo se separavam para produzir. Tinha vez que era o contrário, tinha o relato, os grupos se separavam e tinha um fechamento no final. A gente mudava as dinâmicas, tá? Mas era basicamente três coisas que aconteceram em ordens diferentes: relatos do que tinha se feito no passado; trabalho coletivo, seja estudando, seja avaliando alguma coisa que alguém tinha produzido, mas que todo mundo queria ver; e estudo - ou estudava um texto, ou discutia uma, uma questão específica de Educação...

O trecho da entrevista com o professor Gregório, coordenador do grupo, mostra a rotina de trabalho semanal desenvolvida no grupo para o desenvolvimento dos projetos. Pode-se considerar a elaboração de sequências didáticas, com tema Física Moderna e Contemporânea, realizada em pequenos grupos e negociada no grande grupo, como uma prática integradora dos diferentes membros do NUPIC - mestrandos, doutorandos, estudantes da graduação que realizavam Iniciação Científica, os professores da Educação Básica participantes do projeto e professores universitários. As sequências, em primeiro lugar idealizadas por estudantes de pós-graduação, eram negociadas e construídas com o auxílio de professores atuantes na Educação Básica. Esses mesmos professores implementavam-nas em suas turmas, em Escolas Públicas. Os professores relatavam suas percepções e, junto com as gravações das aulas, os participantes avaliavam e reelaboravam as sequências didáticas. O desenvolvimento de sequências didáticas conectava grande parte das atividades realizadas no NUPIC – como o estudo de textos, a avaliação das produções, relatos de experiências, a gravação e avaliação das intervenções em sala de aula.

Ao longo do primeiro projeto, foram desenvolvidos colaborativamente cursos sobre Relatividade, Física de Partículas e Dualidade Onda-Partícula. Todos os cursos foram desenvolvidos nesse ritmo de contínua troca entre os diferentes membros do grupo de pesquisa, onde todos tinham espaço para expressar suas ideias e opiniões sobre o que deveria ser levado para a sala de aula. Após serem ministrados em salas de aula da rede pública, esses cursos eram continuamente ajustados e repensados com base nas dificuldades e oportunidades vividas.

Pesquisador: Os professores da Escola Básica participavam da discussão ativamente?

Gregório: Ativamente, quer dizer, todo esse material foi feito em parceria, não era uma coisa que eu... fazia ou um aluno de Mestrado... não, era uma produção coletiva, embora, se você fosse olhar, cada um tinha uma especificidade, né? Os alunos de Mestrado, que estavam desenvolvendo as sequências, eles tinham tempo para pesquisar, eles ficavam praticamente a semana inteira. Os professores... mas, a versão final... de toda intervenção, ela, ela tinha que ter passado por todo mundo.

A continuidade do relato do professor Gregório mostra como a forma de participação destacava-se pelo ativo comprometimento de todos os membros, em especial dos professores da Escola Básica. Sendo partilhado por todos eles e constituído conforme as especificidades da função de cada um, o desenvolvimento de sequências didáticas sobre Física Moderna e Contemporânea servia como contexto e objetivo para a colaboração entre os diferentes membros do NUPIC.

Fatores que sustentam a prática de interlocução

Sofia: É que assim... tinha as reuniões semanais do Gregório com os orientados, então mestrado, doutorado, IC...

P.: Reuniões individuais?

*Sofia: Não... eu frequentava essas reuniões do grupo, que é um diferencial, sem dúvida, né? Esse espaço... e aí como havia o Projeto FAPESP de Formação Continuada de Professores, alguns professores da rede tam*bém acabavam participando dessas reuniões, né? Então era uma... um momento muito rico, né? De interação, de crescimento para todo mundo ali.*

O trecho acima é parte da entrevista realizada com a professora Sofia, que desenvolveu seu doutorado sob a orientação do professor Gregório entre os anos de 2005 e 2009. Ao caracterizar as atividades desenvolvidas no NUPIC, ela relata a existência de uma reunião geral do grupo de pesquisa envolvido no Projeto Ensino Público. Sofia menciona ser um diferencial do grupo a criação desse espaço de convivência tão rico, que também é descrito no relato do professor Gregório e de todos os outros entrevistados. Esse espaço de inter-relações era fundamental para a dinâmica de trabalho coletivo desenvolvido durante o projeto, e era reconhecido como tal pelos membros, vista a primazia e a recorrência da sua lembrança. Ele proporcionava o ambiente social e temporal para o trabalho colaborativo, onde eram valorizadas todas as opiniões. Permitia que os membros sentissem que sua participação fazia diferença nos seus trabalhos e de seus colegas. Era permeado por convergências, divergências, discussões – sendo assim um grande contexto de promoção de compromisso mútuo entre os membros participantes dos projetos de Ensino Público.

Esse espaço social tinha um condicionante físico específico; o NUPIC estava localizado junto ao Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LAPEF), contando com uma estrutura física adequada para o trabalho de diferentes grupos de pesquisa. Em continuidade ao seu relato, a professora Sofia ressalta a importância desse ambiente físico para o funcionamento do grupo:

P.: Ter esse espaço [o LAPEF] fazia alguma diferença na dinâmica do grupo?

Sofia: Fazia muita diferença! Muita diferença!

P: Como... como?

Sofia: Tanto pela interação que a gente tinha ali, entre os próprios membros do grupo, né? Os professores da Escola Pública tinha um dia da semana que eles passavam o dia todo lá, se não me engano, reunidos, desenvolvendo a... as propostas para a Escola Básica... e o fato de ter todas aquelas ferramentas e

aquele material permitia que eles próprios construíssem muitas vezes o que ia ser usado.

O LAPEF providenciava um espaço físico para acomodar os trabalhos desenvolvidos em grupo, onde os participantes tinham acesso a recursos para negociar os significados envolvidos em uma sequência didática. Os espaços social e físico eram fonte e repositório de elementos que podem ser considerados constituintes de um repertório compartilhado das práticas de criação conjunta de sequências didáticas.

Um último elemento identificado capaz de sustentar essa prática de interlocução entre Escola e Universidade é o ideal geral que transpassa o NUPIC como um todo, que se materializou nos projetos de Ensino Público. A esse respeito relatam, em suas entrevistas individuais, o professor Pedro, estudante de mestrado e doutorado durante o período do projeto, e o professor Gregório:

Pedro: [...] a ligação da pesquisa com a sala de aula real, aí o que levou a gente a, a fazer o projeto FAPESP do Ensino Público, pra justamente... ter esse vínculo com a Escola, então inicialmente.

Gregório: É assim... é o grupo de professores, pesquisadores, alunos de mestrado, doutorado, iniciação científica que fazem pesquisa sobre Ensino – então, né, você tem um olhar direcionado para a escola, mas que também agrega os profissionais que estão na escola, os professores que trabalham na escola. Então, nesse sentido, talvez o DNA do grupo seja isso: é um grupo que trabalha na ideia de uma pesquisa com intervenção, né, uma intervenção guiada por pesquisa.

As práticas de produção das sequências didáticas possuíam uma componente associada aos próprios objetivos gerais do NUPIC. Esse objetivo é traduzido como a *ligação da pesquisa com a sala de aula real*, ou seja, a própria prática de interlocução. No cerne da construção conjunta de sequências didáticas de Física Moderna e Contemporânea por professores da EB e estudantes acadêmicos está o “DNA” do grupo, a percepção da necessidade de que aquele encontro ocorresse, e que ele contribuiria para que a ligação entre a Escola e a Universidade fosse efetivada.

Dessa maneira, é possível identificar, nos fatores que sustentam a atividade colaborativa de produção de sequências didáticas no NUPIC, elementos característicos que podem ser lidos à luz do referencial teórico de Comunidades de Prática. Destacam-se formas de sustentar um compromisso mútuo através do estabelecimento de um espaço social e físico comum e orientado para o diálogo; uma série de recursos compartilhadas, produzidas e negociadas no próprio grupo, na forma de conhecimentos, instrumentos, ações e histórias, entre outros; e a valorização da relação entre Escola e Universidade como um objetivo próprio das atividades do grupo de pesquisa. Em especial, destaca-se nessa relação o papel de participação ativa dos professores da Educação Básica.

Considerações Finais

Contemplamos uma visão geral sobre a atividade identificada como *elaboração conjunta de sequências didáticas* desenvolvida no NUPIC. Essa atividade permitiu a

existência de uma experiência de interlocução entre Escola e Universidade, proporcionando um vínculo integrador entre os diferentes membros do grupo e aprendizagem dos envolvidos no projeto de Ensino Público. A experiência descrita mostra, sobretudo, que o trabalho conjunto entre professores da Escola Básica e pesquisadores da Universidade, tão urgente em nosso sistema educacional, é possível e proveitoso para o crescimento intelectual e pessoal dos diferentes sujeitos.

Além disso, conhecer as especificidades dessa parceria de aprendizagem auxilia-nos a promover outras dessas experiências na FCP de Física, em especial no cultivo de Comunidades de Prática voltadas para esse objetivo. Os fatores que sustentavam essa atividade, identificados à luz do referencial teórico de Comunidades de Prática, apontam para: a necessidade de centrar grandes interesses comuns entre diferentes sujeitos do conhecimento, como no caso do interesse por inovação curricular em Física Moderna e o interesse por existir em uma linha entre Escola e Universidade; a necessidade de promover espaços sociais de compromisso entre diferentes sujeitos do conhecimento que, ainda que assumindo diferentes papéis institucionais, reconhecem a necessidade uns dos outros e de suas diferentes perspectivas para o desenvolvimento dos objetivos comuns; e o incentivo de construção e compartilhamento de recursos e espaços físicos adequados e significativos para os diferentes sujeitos da educação.

Agradecimentos

O primeiro autor deste trabalho agradece à CAPES pela bolsa de mestrado e pelo financiamento de sua viagem à São Paulo, para pesquisa campo. Os autores também agradecem ao prof. Dr. Ives Solano Araujo pelo inestimável auxílio no trabalho de pesquisa e pelas valiosas discussões.

Referências

- BARCELOS, Nora Ney Santos; VILLANI, Alberto. Troca entre Universidade e Escola na Formação Docente: uma experiência de Formação Inicial e Continuada. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n. 1, p. 73–97, 2006.
- BORGES, Patricia; GOI, Mara. Revisão De Literatura Sobre Formação De Professores Em Ciências Da Natureza. **Revista Ciência e Desenvolvimento**, v. 11, n. 3, p. 561–584, 2018.
- IMBERNÓN, Francisco. **Formação Continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- JOHNSON, R. Burke; CHRISTENSEN, Larry B. Historical Research. In: _____, **Education Research: Quantitative, Qualitative and Mixed Approaches**. 3 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2008. p. 421-440.
- MCINTYRE, Donald. Bridging the gap between research and practice. **Cambridge Journal of Education**, v. 35, n. 3, p. 357–382, 2005.
- MEGA, Daniel Farias; SOUZA, Douglas Grando de; VERAS REY; Elkin Adolfo; VEIT, Eliane Angela. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020. No prelo.
- WENGER, Etienne. **Comunidades de Prática: aprendizaje, significado e identidad**. Trad. Genís Sánchez Barberán. Barcelona: Paidós, 2001.

O USO DE GRAFOS PARA ANÁLISE DA CODOCÊNCIA NO CONTEXTO DA PRÁTICA DE ENSINO FÍSICA

THE USE OF GRAPHS FOR CO-TEACHING ANALYSIS IN THE CONTEXT OF PHYSICS TEACHING PRACTICE

Gabriel Gomes dos Santos¹, Thiago Brañas de Melo², Cristiano Mattos³, Glaucos F Silva⁴

¹CEFET/RJ – Campus Petrópolis /Licenciatura em Física/PIBIC/ gomesgabrielggs@gmail.com

²CEFET/RJ – Campus Petrópolis /Licenciatura em Física/ thiago.melo@cefet-rj.br

³ Instituto de Física/Universidade de São Paulo/ crmattos@usp.br

⁴CEFET/RJ – Campus Petrópolis /Licenciatura em Física/ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE)/ glauco.silva@cefet-.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir a análise de redes, por meio de grafos, como uma proposta metodológica para a pesquisa sobre a formação de professores de física, mais especificamente, em contextos de codocência. Para este artigo, vamos apresentar a análise de uma aula sobre máquinas térmicas, ministrada para uma turma de Educação de Jovens e Adultos, por um estagiário de um curso de licenciatura em física e o professor supervisor da escola de educação básica. A aula foi videogravada e para construção da rede consideramos as interações verbais dos sujeitos, e identificamos a cada cinco segundos quem falava com quem: estagiário-aluno; estagiário-professor; aluno-estagiário. Utilizamos softwares específicos para visualização e análise das redes sociais, Pajek e Gephi. A métrica foi calculada por meio da centralidade grau que mede a atividade relacional direta de um ator. O grafo gerado a partir dos dados dessa aula mostra a centralidade do estagiário na rede. Assim, do ponto de vista de um processo de iniciação à docência, nesta situação ocorreu o esperado: o estagiário assume a posição de professor, com reconhecimento do próprio professor e, especialmente, dos alunos. Concluímos o trabalho apontando para as vantagens de uso de grafos para análise da prática da codocência no processo de iniciação à docência, especialmente, porque a análise de redes nos leva a tentativa de ler os fragmentos da realidade por meio dos padrões de suas interações.

Palavras-chave: Estágio Supervisionado, Prática de Ensino de Física, Grafo, Codocência, Análise de Redes

Abstract

The objective of this paper is to present and discuss network analysis, using graphs, as a methodological proposal for research on physics teacher education, more specifically, in co-teaching contexts. Then, we are going to present the analysis of physics lesson about thermal machines, co-taught to a group of Youth and Adult Education, by one student teacher (ST) and his mentor (M), in-service physics teacher, in a public High School. The lesson was videotaped and for the construction of the network we considered the verbal interactions of the subjects, and identified every five seconds who spoke to whom: ST- high school student (HS); ST-M; HS-ST. We use

specific software for viewing and analyzing social networks, Pajek and Gephi. The metric was calculated using the degree centrality that measures an actor's direct relational activity. The graph shows the centrality of the student teacher in the network. Thus, from the point of view of a process of teaching initiation, it seems to us that in this situation the expected has occurred: the student teacher takes the position of teacher, with recognition of his mentor and, especially, of high school students. As a conclusion, we point out the advantages of using graphs to analyze the co-teaching in the teaching initiation practices, especially because analysis of networks leads us to try to read the fragments of reality through the patterns of their interactions.

Keywords: Practicum, Physics Teaching Practice, Graph, Co-teaching, Network Analysis.

Introdução

Desde o início dos anos 2000, as discussões sobre a perspectiva prática da formação inicial de professores passaram a ganhar mais espaços nos debates acadêmicos da área de educação (CALDERANO, 2014). Contudo, a realidade nos cursos de licenciatura é diferente. Em uma publicação de meados desta década, Gatti (2014) afirma que o estágio supervisionado encontra-se sem projetos específicos, prevalecendo a noção mais tecnicista da formação prática. Em outro trabalho da mesma época, Calderano (2014) destaca a “pulverização e a inorganicidade de concepções teórico-práticas sobre estágio curricular. Isso revela em primeiro lugar a ausência de um projeto pedagógico consistente da(s) IES para a formação de professores (...)” (p. 59). Apesar desse cenário, há experiências mais estruturadas, porém realizadas de forma isoladas, como afirmam Gatti e Barreto (2009).

Entretanto, é o trabalho de Calderano (2014) que apresenta uma conclusão que nos parece importante de destacar aqui. Trata-se de “desenvolver um olhar mais atento ao professor da escola básica, como supervisor de estágio, reconhecendo nele seu poder de formação, (...), como copartícipe no processo de estágio é da maior relevância” (p.59).

Neste contexto, o nosso grupo de pesquisa vem há alguns anos trabalhando com a perspectiva da **codocência** como forma de promover articulações entre o curso de licenciatura em física, ao qual este grupo de pesquisa está vinculado, e as escolas de educação básica em nossa região. O presente trabalho está inserido em um projeto de pesquisa financiado pela FAPERJ¹ que tem por objetivo investigar os processos de iniciação à docência de professores de física no contexto do estágio supervisionado. Especificamente, neste trabalho apresentamos um caso de uma aula em **codocência** de um estagiário e um professor supervisor de física, cuja prática em conjunto nos parece um caso bem-sucedido dessa experiência coparticipativa (SILVA e MATTOS, 2019). Trata-se de uma análise das relações entre alunos, professor e estagiário durante uma aula de física numa escola pública da rede estadual, por meio de **grafos**.

Assim, o nosso objetivo neste artigo é apresentar uma metodologia de análise da codocência baseada na análise de redes, por meio do uso de grafos que evidencia as formas de relações entre os sujeitos, isto é, o estagiário, o professor de física e os

¹ E-26/010.001800/2019 - APQ1-FAPERJ

alunos, a fim de contribuir para as pesquisas relacionadas à prática de ensino e estágio supervisionado.

Codocência

O termo codocência vem sendo usado em nossos trabalhos para se referir a uma prática docente compartilhada e coparticipativa na sala de aula. Trata-se da livre tradução do termo em inglês *co-teaching*, amplamente usado em pesquisas sobre experiências docentes das mais diversas áreas. No entanto, em uma pesquisa bibliográfica realizada por Pitanga (2019) sobre o termo *co-teaching*, em periódicos de língua inglesa da área de ensino de ciências, mostra que o contexto em que *co-teaching* é mais frequente são aqueles que envolvem as situações de iniciação à docência, o que seria análogo ao estágio supervisionado brasileiro. De forma mais geral, as nossas referências iniciais foram os trabalhos de Roth e Boyd (1999) e Roth e Tobin (2001) que promovem a *co-teaching* na formação inicial de professores, em especial, o estágio supervisionado.

Por outro lado, ainda no contexto internacional, os trabalhos portugueses fazem uso da codocência para as práticas docentes com ênfase na interdisciplinaridade, como mostram Abelha, Martins e Costa (2008). As autoras indicam que a principal causa para o uso recorrente da codocência é a reformulação curricular em Portugal, que possibilitou esses espaços para professores de ciências trabalharem em conjunto. Já no contexto brasileiro, para o termo codocência, encontramos no Banco de Teses e Dissertações da CAPES quatro referências, duas teses e duas dissertações, todas da área de ensino de ciências e relacionadas com a formação de professores. Porém, uma delas aborda a questão da codocência entre um professor de química e um tradutor-intérprete de LIBRAS.

Assim, para este trabalho estamos chamando de codocência a prática em conjunto de dois ou mais professores compartilhando a sala de aula, o ensino do conteúdo e as responsabilidades. Mais especificamente, a codocência aqui analisada insere-se no contexto do estágio supervisionado cuja aula foi ministrada pelo estagiário e o professor de física da escola, supervisor do estágio.

Análise de redes sociais

O uso de rede para traduzir um fenômeno social tem sido desenvolvido desde as décadas de 1930 e 40 (BORGATTI et al, 2009). Algumas vezes, as redes são incorporadas na análise pela sua capacidade gráfica de clarificação do fenômeno, outras, pelas possibilidades matemática de sua composição. Porém, independentemente do uso, a estrutura de uma rede é proposta como uma alternativa metodológica em diversas pesquisas, pois realça os atores sociais e suas relações.

Assim, nas redes chamamos de **nós** os sujeitos, os atores sociais, isto é, os nós são os pontos da rede. Enquanto as ligações entre esses nós, denominamos **arestas**. Estas, então, representam a relação entre os nós e se configuram o meio pelo qual se dá o fluxo de informação (CASTELLS, 2009). Enquanto representações de sistemas complexos, as redes sociais podem surgir em torno de objetivos diversos, como políticos, econômicos, culturais, informacionais, além de poder assumir diferentes formatos e níveis de formalidade no decorrer do tempo (SOUZA e QUANDT, 2008).

A estrutura da rede é matematicamente concebida como um grafo, que ao ser definida por um conjunto de nós e arestas, permite uma gama de métricas já desenvolvidas. Em especial, chama-nos atenção os valores de **centralidade** da rede. Freeman (1979) resgata uma ideia intuitiva para representar a centralidade de um vértice em um grafo. Ao construir um grafo estrela com cinco nós (P1 a P5), como na Figura 1, é intuitivo que P5 é o mais central desse grafo. Mas, nem toda relação pode ser traduzida como um grafo estrela, por isso, a necessidade de rotinas matemática para determinar quais nós são os mais centrais (relevantes) em determinada situação.

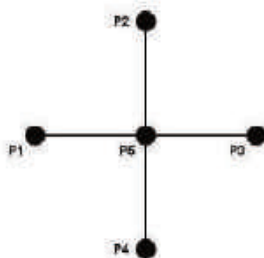


Figura 1 – Grafo com a centralidade em P5.

Dessa forma, como o nosso caso é a codocência, os nós da rede serão os sujeitos da sala de aula: os alunos, o estagiário e o professor de física. As arestas, então, representam as suas falas, as quais são direcionadas, isto é, saem do emissor para o endereçado: estagiário para os alunos, aluno para o estagiário, professor para os alunos etc. No que refere às métricas da análise dessa codocência por meio do grafo, vamos trabalhar com a **centralidade de grau** que é “uma medida que reflete a atividade relacional direta de um ator. Mede o número de conexões diretas de cada ator num grafo” (LEMIEUX e OUMET, 2012, p. 26).

O caso analisado

A prática da codocência que estamos analisando neste artigo foi desenvolvida por um estagiário, aluno do curso de licenciatura em física de uma universidade federal do interior do Estado do Rio de Janeiro, e pelo supervisor, professor de física de uma escola pública estadual, localizada nas proximidades do campus da universidade em questão. A aula foi planejada pelo estagiário no contexto da disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado I. Porém, antes da aula, o plano foi discutido com o supervisor, que sugeriu algumas alterações e o aprovou.

A aula era sobre máquinas térmicas a ser ensinado em uma turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA), com cerca de 20 alunos presentes e com cerca de 40 minutos. De maneira geral, a aula pode ser considerada dialógica-expositiva, pois, por um lado, o conteúdo foi abordado utilizando a história da própria cidade e da primeira linha férrea do Brasil, elemento que possibilitou aos alunos participarem da aula com perguntas e comentários, e por outro, o estagiário disse em entrevista que ele queria que os alunos participassem e portanto, tinha planejada uma aula dialógica e interativa (SILVA e MATTOS, 2019).

O professor supervisor iniciou a aula elogiando o material preparado para aquela aula, dizendo que no ano seguinte iria utiliza-lo com outros alunos. A turma já conhecia o estagiário, pois este e outros dois estagiários participavam das aulas havia quatro meses. De fato, esta aula em questão foi a última do semestre, de tal forma

que os alunos da turma já estavam acostumados com os estagiários, os quais coparticipavam com o professor supervisor ao longo do semestre.

É importante ressaltar que o professor supervisor já estava acostumado a trabalhar em parceria com as turmas de estágio supervisionado no regime de codocência. O professor já tinha participado do Pibid como supervisor uns anos antes, quando conheceu os professores de nossa universidade que trabalhavam com a codocência. Nesse sentido, o professor supervisor possibilitava que os estagiários participassem das suas aulas com a codocência, de tal forma que sempre permanecia ao lado dos estagiários, dando um passo atrás quando eles iam falar, e dando um passo a frente quando ele queria falar. No trabalho de Silva e Mattos (2019), no qual a mesma aula foi analisada, esse movimento de ir e vir do supervisor, por analogia, foi nomeada de dança da codocência.

Análise da aula em codocência

A aula analisada teve uma duração aproximada de 30 minutos e foi videogravada por um outro estagiário que também estava presente em sala, de tal forma que para a construção do grafo estamos considerando as interações verbais, isto é, a fala dos sujeitos. No processo da análise, identificamos quem falava com quem (estagiário-aluno; estagiário-professor; aluno-estagiário, etc) considerando intervalos de cinco segundos. Depois da organização dos dados, utilizamos softwares específicos para visualização e análise das redes sociais, são eles: *Pajek* (DE NOOY, MRVAR e BATAGELJ, 2018) e *Gephi* (BASTIAN, HEYMANN e JACOMY, 2009). Na Figura 2, apresentamos o grafo da codocência dessa aula.

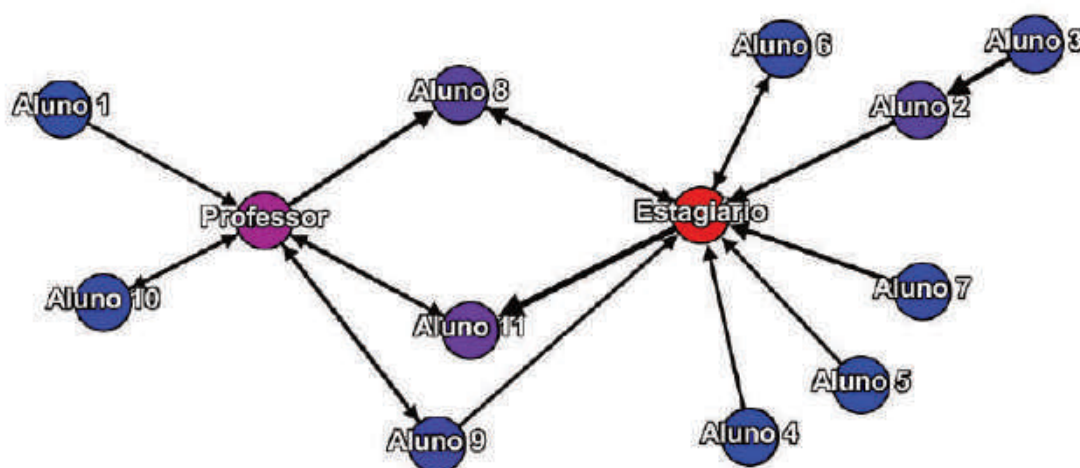


Figura 2 - Rede da aula em codocência

Fonte: elaborada pelos autores no software *Gephi*

A direção das setas na figura representa a ocorrência de uma fala direcionada, por exemplo, nesta situação de aula, o aluno 1 fala diretamente para o professor, mas não recebe nenhuma fala específica do professor. Já a relação entre o aluno 8 e o estagiário indica que houve uma interação nos dois sentidos do diálogo. Percebe-se também que a espessura da seta que sai do estagiário para o aluno 11 é maior, ou seja, essa aresta tem mais peso na rede, que, neste contexto, sugere uma fala mais prolongada do estagiário para aluno 11 ou uma quantidade maior de momentos de

interação entre eles. A métrica utilizada é da centralidade, como explicado anteriormente.

Na Tabela 1, a seguir, mostramos a a centralidade de grau da rede exposta na Figura 2.

Tabela 1 - Centralidades de grau da rede

Rank	Vértice	Centralidade de grau	Centralidade de grau de entrada	Centralidade de grau de saída
1	Estagiário	10	7	3
2	Professor	8	4	4
3	Aluno 8	3	2	1
	Aluno 9	3	1	2
	Aluno 11	3	2	1
6	Aluno 2	2	1	1
	Aluno 6	2	1	1
	Aluno 10	2	1	1
9	Aluno 1	1	0	1
	Aluno 3	1	0	1
	Aluno 4	1	0	1
	Aluno 5	1	0	1
	Aluno 7	1	0	1

Fonte: elaborada pelos autores com o auxílio do software *Pajek*

O valor da centralidade de grau neste caso, de uma rede direcional, foi dividido em dois subtipos: **grau de entrada** e **grau de saída**. O grau de entrada contabiliza com quantas pessoas o nó manteve relação (fala direta) durante a situação analisada, por exemplo, o estagiário foi o receptor direto de falas de outras 7 pessoas durante a aula. Já, a centralidade de grau de saída representa o número de pessoas a quem o nó endereçou uma fala, no caso do estagiário, ele emitiu uma fala destinada de forma individualizada a 3 pessoas.

A situação de uma aula de codocência dentro de um estágio supervisionado reflete muito bem essa característica da Análise de Redes Sociais. Sabemos que há diversos outros elementos além dos diálogos durante uma aula (explicações públicas, gestuais, olhares, silêncios, afastamentos, ruídos externos etc.), mas estruturar um desenho capaz de traduzir uma situação real numa forma passível de cálculos é uma perspectiva que traz um poder analítico expressivo para as nossas pesquisas.

Considerações finais

Neste trabalho estamos apresentando uma proposta metodológica para analisar a codocência num contexto de estágio supervisionado em física, considerando as interações verbais entre os sujeitos como elementos constitutivos de uma rede. No caso aqui analisado, a aula foi ministrada por um estagiário, e o professor supervisor. Os alunos participaram da aula de forma significativa, como indica a Tabela 1. Assim, a rede construída apresentada na Figura 2 mostra a centralidade do estagiário na aula.

A centralidade é “uma medida que reflete a atividade relacional direta de um ator. Mede o número de conexões diretas de cada ator num grafo” (LEMIEUX e OUIMET, 2012, p. 26), portanto, a Figura 2 indica que o estagiário conseguiu estabelecer relações verbais diretas com os alunos. Do ponto de vista de um processo de iniciação à docência, parece-nos que nesta situação ocorreu o esperado: o estagiário assume a posição de professor, com reconhecimento do próprio professor e, especialmente, dos alunos. Ao contrário do que ocorre em situações de estágio

comumente relatadas em nossas aulas de Prática de Ensino pelos licenciandos em que eles não são propriamente incorporados pela rotina da escola e da sala de aula, ou situações em que o professor supervisor costuma “ser deixado à sua própria sorte diante dos estagiários e pouco se sabe sobre o modo como efetivamente elaboram o trabalho que então desempenham” (SARTI e ARAÚJO, 2016; p. 176).

No entanto, há um elemento que nos chama a atenção no grafo da Figura 2: o estagiário e o supervisor não interagem verbalmente entre si. Trata-se de um resultado não esperado pelo nosso grupo de pesquisa, o que nos causou bastante surpresa, uma vez que o supervisor era muito experiente (atualmente ele se aposentou) e estava acostumado a receber os nossos estagiários e trabalhar em codocência com eles. Esse elemento não retira o *status* de bem-sucedido dessa experiência de codocência, mas mostra como podemos proceder com as nossas futuras experiências. É importante, entretanto, reforçarmos que esse fato é relativo à ausência de interações verbais, pois os dois estavam o tempo todo interagindo por meio, especialmente, da movimentação em sala de aula. Sempre que o estagiário ia falar com os alunos, o supervisor dava um passo para trás e sempre que o supervisor queria falar algo, o contrário ocorria.

A importância, então, de analisar essa aula consiste justamente no seu aspecto atípico de uma situação de estágio supervisionado, tornando-se assim um caso a ser analisado. No trabalho de Silva e Mattos (2019), os autores identificam alguns elementos que teriam resultado no que estamos considerando uma prática de estágio bem-sucedida. Primeiramente, consideram a codocência como um aspecto importante, mesmo com a falta de uma interação verbal entre estagiário e supervisor, este proporcionou o espaço para que o estagiário assumisse a posição de professor, por exemplo, pelo movimento de ir e vir. Ao fazer assim, o supervisor transmite para os alunos uma mensagem de reconhecimento do estagiário como seu par. E como indicam o grafo da Figura 2 e Tabela 1, os alunos o reconhecem como professor, legitimando o estagiário nesta posição. Silva e Mattos (2019) denominam esse movimento como “docência emergente” (p.19), na qual o estagiário emerge como professor no seu processo de aprender a ser professor.

Assim, pensar o fluxo de informação de forma estruturada é se assentar “num processo epistemológico que postula que a forma das relações sociais obedece a princípios de organização que escapam mais ou menos à consciência dos atores sociais e cuja transgressão é extremamente difícil” (LEMIEUX e OUIOMET, 2008, p. 12-13). Não significa reduzir por completo os cenários em simples padrões relacionais, pois entendemos que há outros elementos culturais e individuais envolvidos nos vínculos entre os atores sociais. Mas, a grande complexidade de remontar os sistemas em seus elos nos leva à tentativa de ler os fragmentos da realidade por meio dos padrões de suas interações (BARABÁSI, 2009).

Referências

- ABELHA, M., MARTINS, I. COSTA, N. Colaboração docente na área das Ciências Física e Naturais: uma aula em regime de co-docência sobre chuvas ácidas. **Ciência em Tela**, v.1, n.2, p.1-10, 2008.
- BARABÁSI, A. **Linked**: a nova ciência dos networks. São Paulo: Editora Leopardo, 2009.

BASTIAN M., HEYMAN S., JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **International AAAI Conference on Weblogs and Social Media**, 2009.

BORGATTI, S. P. et al. Network analysis in the social sciences. **Science**, v. 323, n. 5916, p. 892-895, 2009.

CALDERANO, M. A. **Docência compartilhada entre universidade e escola: formação no estágio curricular**. São Paulo: FCC/SEP, 2014.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede: A era da informação: economia, sociedade e cultura**; v. 1. rev. amp. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

DE NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. **Exploratory social network analysis with Pajek**: Revised and expanded edition for updated software. Cambridge University Press, 2018.

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1979.

GATTI, B. A. e BARRETO, E. S. S. **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília: UNESCO, 2009.

GATTI, B. A. Formação inicial de professores para educação básica: pesquisas e políticas educacionais. **Est. Aval. Educ.** São Paulo, v. 25, n. 57, p. 24-54, 2014.

LEMIEUX, V e OUIOMET, M. **Análise estrutural das redes sociais**. Lisboa: Instituto Piaget, 2012.

PITANGA, C. F. **Contextos e perspectivas internacionais do co-teaching no ensino de ciências**. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Física). CEFET/RJ, 2019.

ROTH, W.-M E BOYD, N. Coteaching, as colearning, is praxis. **Research in Science Education**, v.29, n. 1, p. 51-67, 1999.

ROTH, W.-M. e TOBIN, K. Learning to teach science as practice. **Teaching and Teacher Education**, v.17, p.741-762, 2001.

SARTI, F. M. e ARAÚJO, S. R. P. M. Acolhimento no estágio supervisionado: entre os modelos e possibilidades para a formação docente. **Educação**, v 39, n2, p. 175-184, 2016.

SOUZA, Q. R.; QUANDT, C. O. Metodologia de Análise de Redes Sociais. In: F. Duarte; C. Quandt; Q. Souza. (Org.). **O Tempo das Redes**. São Paulo: Perspectiva, 2008, p. 31-63.

SILVA, G. S. F e MATTOS, C. Análise da atividade de codocência na prática de ensino na formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira da Pesquisa Sócio-Histórico-Cultural e da Atividade**, v1, n2, 2019, p.1-21.

ARGUMENTAÇÃO E RACIONALIDADE EM PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA

ARGUMENTATION AND RATIONALITY IN CONSTRUCTION OF TEACHING UNITS PROCESSES IN PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS EDUCATION

Emerson de Oliveira Santos¹, Silmara Alessi Guebur Roehrig², Noemi Sutil³

¹UTFPR/PPGFCET/emersonmath@gmail.com

²UTFPR/PPGFCET/roehrig@utfpr.edu.br

³UTFPR/PPGFCET/noemisutil@utfpr.edu.br

Resumo

A demanda por práticas argumentativas em domínio educativo remete à vivência dessas ações nos espaços formativos docentes e à problematização de concepções de racionalidade subjacentes à atuação de professores de Física. Neste trabalho, discutem-se aspectos de racionalidade técnica e prática em processos de construção de Sequências Didáticas envolvendo ações argumentativas, com o apontamento de possibilidades e desafios para a formação de professores de Física. As concepções de racionalidade salientadas perpassam as proposições teóricas de Donald Schön e Jürgen Habermas. Nesta pesquisa de natureza qualitativa, para a constituição de dados, utilizou-se a técnica de grupo focal, envolvendo estudantes de graduação no curso de Licenciatura em Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, no âmbito da disciplina Projetos de Ensino de Fluidos e Termodinâmica, no segundo semestre de 2019. Questionário, gravações em áudio e Sequências Didáticas elaboradas pelos discentes foram submetidos a procedimentos de Análise Textual Discursiva. Como resultados, destacam-se aspectos de racionalidade prática associados aos referidos processos, abrangendo a compreensão e valorização, por parte dos estudantes, das ações argumentativas e da reflexão no ensino de Física. Contudo, estes manifestam dificuldades em avançar nesse sentido, em função da forte presença de paradigma da racionalidade técnica na graduação. Isso evidencia a necessidade de fortalecer tais estratégias no âmbito acadêmico, de modo que os futuros professores de Física tenham mais oportunidades de realizar reflexões na e sobre a prática ao longo da formação inicial e, conseqüentemente, em sua atuação profissional.

Palavras-chave: Formação Inicial. Sequência Didática. Argumentação.

Abstract

The demand for argumentative practices in the educational domain refers to the experience of these actions in teacher education spaces and to the problem-posing processes of concepts of rationality underlying the performance of Physics teachers. In this work, aspects of technical and practical rationality in processes of construction of teaching units involving argumentative actions are discussed, pointing out possibilities and challenges for Pre-service Physics teachers education. The highlighted concepts of rationality permeate the theoretical propositions by Donald Schön and Jürgen Habermas. In this qualitative research, for the constitution of data, the focus group technique was used, involving undergraduate students in Pre-service Physics teacher education at the Federal University of Technology - Paraná (UTFPR), Curitiba, within the scope of one specific program topic (Teaching Projects of Fluids and Thermodynamics), during 2019 second semester. Questionnaire, audio

recordings and teaching units elaborated by the students were submitted to Discursive Textual Analysis procedures. As a result, aspects of practical rationality associated with these processes stand out, encompassing students' understanding and appreciation of argumentative actions and reflection in the Physics teaching. However, they manifest difficulties in advancing in this direction, due to the strong presence of the technical rationality paradigm in university education. This highlights the need of strengthening such strategies in the academic field, so that future Physics teachers have more opportunities to reflect on and about practice throughout their Pre-service education and, consequently, in their professional performance.

Keywords: Teacher Education. Teaching Units. Argumentation.

Introdução

Em cenário de controvérsias científico-tecnológicas, as práticas argumentativas imprescindíveis à vivência da cidadania implicam a compreensão sobre o conhecimento científico e a ciência, seus métodos, suas práticas, suas técnicas e as aspirações subjacentes a estes. A ausência dessas compreensões propicia, como consequência, a alienação a esse mundo tão particular da ciência, agregando indivíduos alheios ao seu processo construtivo e meros consumidores acríticos de suas explicações, seus produtos e seus resultados.

Compreender a ciência e o conhecimento científico, nessa perspectiva, extrapola os processos de negociação de significados, abrangendo a problematização de suas características construtivas, no âmbito do campo científico e em sua relação com a sociedade. Envolve metas de formação de sujeitos problematizadores de sua realidade e comprometidos com a construção coletiva e colaborativa de ações e soluções para as controvérsias contemporâneas.

Esses propósitos educativos associados à atuação de professores de Física exigem a vivência de processos argumentativos e problematizadores na formação inicial desses docentes, agregando rupturas com concepções de racionalidade. Schön (1992) e Mizukami (2002) denunciam a formação dos professores estruturada na racionalidade técnica. No sentido desse apontamento, conjectura-se que o ensino de Física, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, em muitos espaços, também se estabelece dentro do paradigma da racionalidade técnica. Neste âmbito, o professor se torna um ator que representa o papel prescrito por outros, possivelmente externos à especificidade do ambiente escolar. Nessa concepção, desconsideram-se as complexas relações inerentes ao próprio processo de ensino-aprendizagem.

Nessa conjuntura, a ruptura com o paradigma da racionalidade técnica em direção a uma perspectiva prática, de acordo com Schön (1992), envolve um processo de reflexão, ação e reflexão sobre a ação. Em termos dessa vertente, destaca-se o intuito de estabelecimento de um diálogo prático reflexivo, em que o professor deve construir um papel ativo na constituição do saber, tornando-se autor de sua própria prática. Na perspectiva da racionalidade prática, ressalta-se a questão: como se pode estabelecer esse movimento de reflexão, ação e reflexão sobre a ação na formação inicial de professores?

Para tanto, no escopo deste trabalho, em perspectiva de racionalidade prática, salientam-se processos construtivos e argumentativos na formação inicial de professores de Física, os quais perpassam o conceito de Sequência Didática de

Zabala (1998). As ações descritas e analisadas compreendem a elaboração de Sequências Didáticas envolvendo licenciandos em Física da UTFPR. Aspectos de racionalidade técnica e prática, pertinentes a esses processos, são discutidos com o intuito de apontar possibilidades e desafios para a formação de professores de Física.

Fundamentação Teórica

Em linhas gerais este texto não tem por objetivo estruturar uma concepção do que é, ou não é, a Ciência. No entanto, faz-se necessário estabelecer algumas concepções e compreensões acerca da Ciência e, sobretudo, do Ensino de Ciências/Física. De acordo com Chalmers (1993, p. 210) “não precisamos de uma categoria geral ‘ciência’, em relação à qual uma área do conhecimento pode ser aclamada como Ciência ou difamada como não sendo Ciência”. Já no que se propõe enquanto prática docente, Terra (2002) estabelece que a preocupação ao ensinar Ciências deva ser a de mostrar a Ciência, seu funcionamento e como a maneira de pensar dos cientistas contribui para a formação de pontos de vista sobre o mundo. Esse autor ressalta que cada vez mais as pessoas não pensam cientificamente, o que parece contrapor à inserção atual da Tecnologia e da Ciência na sociedade. Concepções de Ciência, Tecnologia e racionalidade remetem à formação docente em Física.

Pertinente a essas compreensões, o pensamento de Schön reverbera na concepção de diversos autores. Cunha (2015), por exemplo, entende que a formação docente é estabelecida a partir de duas estruturas racionais: a técnica e a prática. De acordo com o autor, a racionalidade técnica se fundamenta em um viés positivista, em que o professor é concebido como um técnico, designado a resolver de forma instrumental os problemas, empregando conhecimentos teóricos e técnicos. Define-se como um coadjuvante passivo do processo de ensino-aprendizagem e cumpridor de tarefas já definidas por outros. Contrária à vertente técnica se destaca a racionalidade prática, que se estabelece, no entendimento de Cunha (2015), em um processo singular, em que a formação do professor ocorre de forma participativa e comunicativa, estabelecida na argumentação com seus pares e estruturada na reflexão, ação e reflexão sobre a ação.

Habermas (2012) expressa que a superação das estruturas limitadas, constituídas pelas consequências da racionalidade associada à dimensão técnica, está em estabelecê-la em espaços restritos de atuação, delimitando seu campo de influência. E coexistente a isto, salienta um salto paradigmático que amplie o conceito de razão para além das relações objetivas e isoladas entre o sujeito, o objeto de estudo e a cidadania. Habermas (2012) apresenta um conceito de racionalidade baseado ou apoiado na linguagem, envolvendo sujeitos linguisticamente e comunicativamente competentes em argumentação. De acordo com o autor, argumentação se refere ao “[...] tipo de discurso em que os participantes tematizam pretensões de validade controversas e procuram resolvê-las ou criticá-las com argumentos” (HABERMAS, 2012, p. 48).

Para Oliveira (2017) o professor pode tomar consciência das relações que são realizadas pelo próprio processo de argumentação dos seus alunos, as ideias compartilhadas e o conhecimento que estão construindo a partir da atividade. O autor explicita que por meio da argumentação oral e escrita ocorre a tomada de

consciência do professor. As bases da prática educacional se estabelecem no viés da racionalidade subjacente aos processos formativos docentes.

Esses movimentos argumentativos e reflexivos, em viés de racionalidade prática, podem ser compreendidos em processos construtivos colaborativos. Nesse sentido, destacam-se atividades de elaboração de Sequências Didáticas em espaços de formação inicial docente. De um modo geral uma Sequência Didática (SD) se refere a uma maneira do professor organizar sua prática em torno de um tema e, por meio de procedimentos, estabelecer uma relação de ensino-aprendizagem com seus estudantes. De acordo com Zabala (1998), em toda a atividade docente se faz necessária uma organização e uma estruturação metodológica. A aprendizagem do estudante se estabelece por meio da intervenção sistemática do professor no dia a dia da sala de aula. Zabala (1998, p. 18) entende a SD como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Compreende-se que uma SD deve valorizar a investigação, a participação, a integração e a cooperação e incentivar a ação do estudante. Ela deve ser o impulso para as trocas entre o estudante e o professor, envolvendo uma busca de habilidades características do ato de se fazer Ciência e evidenciando os procedimentos científicos no processo de ensino-aprendizagem. A SD deve ser estruturada e planejada pelo professor, de maneira a tratar cada objeto de estudo de forma específica e singular, oportunizando ao estudante o desenvolvimento da autonomia para que empregue seus próprios aparatos na construção e reconstrução do seu conhecimento e possa planejar estratégias para a resolução e formulação criativa de problemas. Uma SD bem organizada pode possibilitar cenários e condições em que o estudante realmente construa seu conhecimento.

Aspectos Metodológicos

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, cujos dados foram constituídos a partir da interação de dois pesquisadores/docentes com um grupo de seis estudantes do curso de Licenciatura em Física da UTFPR, campus Curitiba, ao longo de quatro encontros ocorridos no 2º semestre de 2019 no âmbito da disciplina Projetos de Ensino de Fluidos e Termodinâmica. Utilizou-se a técnica de grupo focal, que “são grupos de discussão que dialogam sobre um tema em particular, ao receberem estímulos apropriados para o debate” (RESSEL *et al.*, 2008, p. 780).

Como instrumentos de coleta de informações foram utilizados um questionário inicial para reconhecimento dos sujeitos participantes, gravações em áudio das discussões ocorridas ao longo dos encontros e as Sequências Didáticas elaboradas pelos discentes a partir da escolha livre de tema, conteúdo ou assunto da física, usualmente abordado no Ensino Médio. A coleta de informações ocorreu após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética da instituição.

A constituição e a análise dos dados foram realizadas conforme pressupostos da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011). Considerando o objetivo de discutir as concepções de racionalidade subjacentes à construção de Sequências Didáticas envolvendo futuros professores de Física, a leitura e a análise do questionário, da transcrição das interações discursivas e das sequências produzidas pelos estudantes, foram construídas as seguintes categorias de análise: a) foco no método científico nas aulas de Física, e b) foco na

argumentação como prática reflexiva no ensino de Física. A seguir, será apresentada a discussão dos resultados a partir da triangulação dos dados referentes aos instrumentos de pesquisa, à luz dos elementos teóricos que fundamentam a investigação. Na apresentação de exemplares analíticos, os estudantes de graduação são designados pela letra P, seguida de um número (exemplo: P1).

Discussão dos resultados

O quadro a seguir apresenta uma síntese das características das SD produzidas pelos sujeitos participantes da pesquisa. Todas as sequências propostas abordam conteúdos da Termodinâmica.

Quadro 01: Características das Sequências Didáticas produzidas pelos participantes

P	Resumo das características das sequências didáticas produzidas
P1	Não define número de aulas. Inicia com $Q=C.\Delta T$, discussão para mesmo corpo; $Q=m.c.\Delta T$ discussão - variar a massa; $Q=m.c.\Delta T$ discussão – outro material de mesma massa.
P2	Aula 1: Começar com a experiência dos “3 potes de água” (água fria, quente e temperatura ambiente, coloca-se a mão nos diferentes potes), seguida de questionamentos sobre os fenômenos observados, sem dar respostas, além de abordagem histórica. Aula 2: Abordagem matemática e definições. Aula 3: Resolução de exercícios, tanto teóricos quanto matemáticos ($Q=m.c.\Delta T$).
P3	Não define número de aulas. Começar com questionamento “um cubo de gelo derrete mais rápido numa mesa de madeira ou numa de alumínio?”, após uma breve discussão na sala, fazer esse experimento qualitativamente. Observação e discussão.
P4	Aula 1: Começar com questões sobre o conceito de calor, seguido de um breve experimento (dois copos com água - normal e gelada - colocar um comprimido de vitamina C em cada copo). Observação e discussão do fenômeno. Aula 2: Explicar o conceito de calor e energia térmica, passando pela história de Lavoisier e Joule; exercícios. Aula 3: Enunciar e explicar a equação da capacidade térmica. Apresentar a definição de calor sensível e sua equação, resolver exercício para aplicação.
P5	Aulas 1 e 2: Apresentar a história de Joule de como constatou que calor é energia, relacionando com questões do cotidiano. Aulas 3 e 4: Propor experiência de colocar a mão na carteira de madeira e depois colocar no metal, seguida de discussão. Apresentar o conceito de calor específico, relacionado com exemplos do cotidiano. Finalizar com proposição de problema que relaciona consumo de energia e corpo humano.
P6	Aulas 1 e 2: Questionar sobre diferença entre calor e temperatura, discutindo situações do dia a dia. Definir os conceitos de temperatura e calor. Definir quantidade de calor e sua unidade de medida ($Q=m.c.\Delta T$ ainda não será introduzida). Definir calor específico e associar com exemplos, fazer questionamentos tipo: “uma substância que aquece rapidamente possui um calor específico alto ou baixo?”. Introduzir a equação e finalizar com um exercício.

Fonte: Os autores

Durante a discussão que precedeu a construção das SD, apresentadas no quadro, os sujeitos tiveram a oportunidade de manifestar suas opiniões e impressões sobre a produção de sequências didáticas. Excertos das interações discursivas dos sujeitos, a partir das transcrições dos diálogos, serão apresentados na medida em que complementem a discussão das categorias a seguir.

a) Foco no método científico nas aulas de ciências: esta categoria corresponde à compreensão de que ao ensinar Ciências deve-se evidenciar o método científico como um sistema único, definido, infalível, testado e confiável para se chegar ao conhecimento científico. O ensino de Física, em sua constituição, foi pautado fortemente nessa compreensão, que acabou se configurando como paradigma predominante nos cursos de formação de professores da área, e conseqüentemente, tornou-se modo de operação padrão de professores dessa disciplina nas salas de aula da Educação Básica.

De acordo com Terra (2002, p. 213) “não basta que a Ciência forneça objetos úteis às pessoas; é necessário que a Ciência faça parte da forma de pensar

das pessoas”. Identificam-se elementos dessa compreensão no excerto 01, em que a estudante P6 argumenta que:

O professor de Física vê muita Física em tudo, mas ele esquece que os alunos ali não vão ser futuros físicos ou engenheiros necessariamente. Os alunos dele podem ser qualquer coisa, podem nunca mais olhar o “ $Q=m.c.\Delta T$ ” na vida, então não faz sentido você entrar dar uma aula e só passar conceito físico [...], isso não interessa ao aluno. Primeiro porque não está ligado ao cotidiano deles e se não for seguir isso na vida e não tiver uma ideia formada do que ele for fazer, ele nunca vai se importar com esse tipo de coisa. E até mesmo para o vestibular, ele tem que saber o básico para a primeira fase, mas a segunda fase é específica.

Percebe-se que a estudante apresenta reflexões críticas sobre o modelo de ensino de física comum nos contextos educacionais, o que é coerente com a perspectiva da racionalidade prática. Contudo, apesar de a SD que ela elaborou levar em conta o uso de situações do cotidiano, como se pode observar no Quadro 1, ainda permanecem fortes características de uma abordagem que prioriza conteúdos de acordo com o modelo que a estudante criticou.

Com relação às demais SD apresentadas, aponta-se que algumas sugerem o uso de atividades experimentais, como os sujeitos P2, P4 e P5. Em suas propostas, os futuros professores esperam que, com experimentos simples como “colocar a mão na carteira de madeira e depois colocar no metal” (P5), seja possível a interação dos alunos com os fenômenos físicos, proporcionando aos educandos possibilidade de associar os conceitos com suas experiências pessoais. Para Terra (2002, p. 214) “o professor de ciências apresentará a ciência como processo de investigação do mundo”, logo cabe a ele auxiliar o estudante a compreender os processos de construção das ciências, em uma concepção epistêmica. Sobre esse aspecto, remete-se ao entendimento de Chalmers (1993, p. 210), que expressa que “cada área do conhecimento pode ser analisada por aquilo que é”.

Apesar da forte presença de elementos associados à ênfase no método científico, nenhuma das SD propostas pelos participantes tem um viés exclusivamente focado neste aspecto. Zabala (1998, p. 27) entende que “por trás de qualquer proposta metodológica se esconde uma concepção do valor que se atribui ao ensino”, e todos expressaram o comprometimento com um processo de ensino-aprendizagem mais contextualizado e investigativo, destacando suas inquietações e compreensões. Este resultado pode ser associado às discussões que foram feitas ao longo dos quatro encontros, em que um dos pesquisadores apresentou propostas de SD pautadas em contextualização, investigação, entre outros elementos metodológicos, o que certamente influenciou nas escolhas de cada discente em suas propostas. Os estudantes afirmaram que não haviam presenciado tais discussões até o momento no curso (os participantes se encontravam, naquele momento, no sexto período de um curso com oito períodos), de modo que, em outras circunstâncias, poderiam ter proposto uma SD com um viés totalmente diferente.

A falta de conexão entre conteúdos e situações reais durante a formação inicial do professor de física, na medida em que predomina o foco no método científico, é mencionada por P6: “a gente entra no Ensino Médio e aí vem uma aula que não é desse jeito; e aí você entra no curso de Física e continua. Você sabe [que existem essas relações], mas você não consegue fazer essa ponte”. Ou seja, aponta que a falta de trabalhos similares nas disciplinas do curso, tanto naquelas

pertencentes à física quanto nas específicas de educação e ensino, dificulta a consolidação destas estratégias na formação do professor. Esse pode ser um indício de que a racionalidade técnica ainda é predominante no âmbito acadêmico da universidade, o que certamente dificulta a formação de profissionais com características diferentes.

b) Foco na argumentação como prática reflexiva no ensino de física: esta categoria corresponde ao processo reflexivo gerado a partir das interações discursivas e argumentativas estabelecidas no decorrer do desenvolvimento das SD. A argumentação se estende do processo de ensino-aprendizagem até à própria formação do professor, seja ela inicial ou continuada. Ela envolve um processo relacional entre observações, dados e conclusões.

Estabelecer uma formação inicial com um viés reflexivo pressupõe a passagem por processos de argumentação no âmbito das disciplinas cursadas. Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, os estudantes manifestaram que sua formação inicial não vem percorrendo um caminho reflexivo; por exemplo, para o estudante P5, *“o ensino ainda é mecânico, não tem essa reflexão de como ensinar”*. Ou seja, demonstra a percepção de que sua formação continua sendo pautada no paradigma da racionalidade técnica apontada por Schon (1992), Mizukami (2002) e Cunha (2015), segundo a qual a atividade profissional docente consiste na mera resolução de problemas instrumentais, e o professor corresponde ao técnico para tal função, não se constituindo em um contexto propício à discussão e à reflexão. Ainda nessa direção, a denúncia feita pela estudante P6 quanto a sua formação vem no caminho inverso da reflexão, *“a gente faz discussões em outras disciplinas. Você pode fazer isso, você pode fazer aquilo, você pode, você pode.... Mas você não vê como é que faz!”*.

Por outro lado, todos os participantes evidenciaram em suas intenções de ensino-aprendizagem, traduzidas nas suas propostas de SD e em suas falas, um caminho que passa pela discussão, pelo debate e pela argumentação. Todos enfatizam o diálogo como base para a formação dos conceitos físicos. Ou seja, os mesmos têm clareza da importância da argumentação com o intuito de se gerar um processo de reflexão no ato de ensinar. Oliveira (2007) entende que o professor de Ciências, além de ter o domínio das linguagens específicas da Ciência, deve desenvolver habilidades para sustentar interações discursivas, oferecendo possibilidades para que os estudantes também argumentem.

Pertinente a esses aspectos, salientam-se possibilidades de ruptura com vertente técnica e desenvolvimento de racionalidade prática, em seguimento de denúncia e proposições de Schön (1992), Mizukami (2002) e Cunha (2015). Os professores devem construir sua própria prática, uma atuação autoral voltada para a mediação, condução e estímulo da discussão e participação; a argumentação deve estar presente no processo de ensino-aprendizagem. A ação argumentativa é essencialmente dialógica, sendo que os argumentos podem ser construídos por estudantes desenvolvendo atividades individualmente ou de maneira conjunta, levando em consideração as ideias de seus pares e do professor. Um dos participantes enfatizou que *“se o cara foi na minha aula, não é que ele tem que sair sabendo, mas no mínimo ele tem que ter a reflexão” (P5)*.

Cabe salientar, nesse panorama, a racionalidade comunicativa proposta por Habermas (2012), que amplia o próprio conceito de racionalidade, para além dos aspectos estritamente cognitivos e instrumentais. Esta envolve contextos de reflexão

e ação no universo social e pessoal, alterando a possibilidade de discussão e o entendimento para questões que dizem respeito à interação entre os sujeitos.

Considerações finais

Aponta-se que o viés da racionalidade técnica não é suficiente para o professor em formação inicial dominar os conteúdos inerentes ao seu componente curricular, nem tão pouco os conceitos pedagógicos e epistemológicos. Faz-se necessário que no decorrer de sua formação inicial, o licenciando passe por um processo de reflexão, ação e reflexão sobre a ação no que concerne a sua futura prática enquanto docente.

O processo de desenvolvimento de SD de maneira colaborativa com os estudantes da licenciatura viabilizou um processo de argumentação relacionado ao saber a ser ensinado, gerando momentos de reflexão sobre a futura prática desses postulantes ao magistério. Inseriu-se como propiciador de possibilidades reflexivas concernentes a um dos seus maiores anseios, o do “como fazer?”.

No processo de formação inicial dos professores de Física, demandam-se discussões que permeiam a prática educacional, questionamentos sobre por que ensinar determinados conceitos, a finalidade e como desenvolver cada objeto de estudo na sala de aula, a fim de fortalecer o paradigma da racionalidade prática, levando os futuros docentes a olharem para sua atuação profissional como autores da mesma. Destaca-se que a formação inicial dos professores deve priorizar o diálogo, a argumentação, a reflexão, a autonomia e a crítica.

Referências Bibliográficas

- CHALMERS, A.F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CUNHA, A. C. **Ser professor:** bases de uma sistematização teórica. Chapecó: Argos, 2015.
- HABERMAS, J. **Teoria do Agir Comunicativo I:** racionalidade da ação e racionalização social. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.
- MIZUKAMI, M. G. N. **Escola e aprendizagem da docência:** processos de investigação e formação. São Carlos: EdUFSCar, 2002.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- OLIVEIRA, C. M. A. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2017, p. 63-75.
- RESSEL, L. B.; BECK, C. L.; GUALDA, D. M. R.; HOFFMANN, I. C.; SILVA, R. M.; SEHNEM, G. D. O uso do grupo focal em pesquisa qualitativa. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 779-786, out.-dez. 2008.
- SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, António (ed.). Os professores e sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 77-91.
- TERRA, P. S. O ensino de ciências e o anarquista epistemológico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 208-218, ago. 2002.
- ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

A MEDIAÇÃO SOCIOHISTÓRICO-CULTURAL NA ATIVIDADE HUMANA DA DOCÊNCIA EM FÍSICA

SOCIOHISTORIC-CULTURAL MEDIATION IN HUMAN ACTIVITY OF TEACHING IN PHYSICS

Andréa Borges Umpierre¹, Rafaela Rodrigues de Araujo², Jaqueline Ritter³

¹FURG/PPGEC, andreaumpierre@yahoo.com.br

²FURG/IMEF/PPGEC, araujo.r.rafa@gmail.com

³ FURG/EQA/PPGEC, jaquerp2@gmail.com

Resumo

Ao reconhecer que existe um sentido comum para o conceito de atividade humana, este trabalho busca explicitar compreensões acerca do Conceito de Atividade de Leontiev (1981). Para tal propósito, apresentamos e discutimos a “rede de sentidos dos alunos”, visando a identificar como se dá a constituição docente dos licenciandos ao participarem da disciplina de Atividades de Ensino de Física II. O movimento de sentido inicia quando a apropriação dos saberes docentes começa a ter significado pedagógico e, dessa forma, a Atividade Humana ganha formato a partir de uma ação individual. Metodologicamente, intencionamos analisar cartas, que foram propostas no início e no final da disciplina, por acreditarmos que o processo recursivo da escrita é um momento de reflexão, aprendizados, retomada e interlocução. Com esse processo de tomada de consciência social, as significações passam a ter sentido pessoal e a evidenciar os motivos pelos quais esses estudantes optaram pelo curso de Licenciatura em Física. Por fim, apresentam-se resultados, no qual cada aluno produziu sua Atividade dentro de um processo de internalização ao relatarem suas *Atividades, ações e operações*, bem como expectativas ao iniciarem a disciplina e novos conceitos ressignificados ao finalizá-la.

Palavras-chave: Teoria da Atividade, Licenciatura em Física, Disciplina de Atividades de Ensino de Física

Abstract

Recognizing that there is a common sense for the concept of human activity, this work seeks to clarify understandings about Leontiev's Activity Concept (1981). For this purpose, we present and discuss the “students' sense network”, aiming to identify how the teaching constitution of undergraduate students occurs when they participate in the Physics Teaching Activities II discipline. The sense movement starts when the appropriation of teaching knowledge begins to have pedagogical meaning and, in this way, Human Activity takes shape from an individual action. Methodologically, we intend to look at letters, which were proposed at the beginning and at the end of the course, because we believe that the recursive process of writing is a moment of reflection, learning, resumption and dialogue. With this process of social awareness, the meanings start to have personal meaning and to explain reasons why these students opted for the Physics Degree course. Finally, results are presented in which each student produced their Activity within an internalization process when reporting their activities, actions and operations, as well as expectations when starting the discipline and new concepts reframed at the end.

Keywords: Activity Theory, Degree in Physics, Discipline of Physics Teaching Activities

Introdução

A chamada organização curricular é um dos pontos mais importantes para o êxito dos cursos de graduação, especificamente, dos de formação de professores. Durante muito tempo, as licenciaturas em Física apresentaram discussões e investigações (GUIMARÃES, 2014; BARCELLOS, 2013) que permeavam a estrutura do seu currículo e suas contribuições para o ser professor de Física ou tornar-se professor.

A maioria dos cursos de formação de professores apresentam uma distribuição de disciplinas nas seguintes temáticas: disciplinas específicas da área de Física, disciplinas pedagógicas voltadas à área e disciplinas da área de Educação. Compreendemos que essa distribuição é extremamente necessária para a formação do professor, visto que os saberes necessários à docência são diversos, como os caracterizados por Shulman (2005): *conhecimento do conteúdo a ser ensinado; conhecimento pedagógico geral; conhecimento do currículo; conhecimento dos seus alunos e de suas características; conhecimento do contexto educativo e conhecimento dos objetivos, finalidades, valores educativos, seus fundamentos filosóficos e históricos*. Todas essas categorias devem desenvolver habilidades necessárias para a construção dos saberes e conhecimentos docentes.

No curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande – FURG há disciplinas pedagógicas que compõem a organização curricular intituladas Atividades de Ensino de Física. Estas têm por finalidade articular as disciplinas da área da Física com as da Educação, de modo a trabalhar aspectos teórico-práticos no campo da formação do professor de Física. A disciplina de Atividades de Ensino de Física II, foco deste estudo, é ministrada no sexto semestre do referido curso e tem por objetivo retomar conteúdos de calor e fluidos articulados à prática pedagógica.

Nessa perspectiva, as atividades propostas dentro da disciplina visam à articulação dos conhecimentos adquiridos na disciplina de Física II e a reflexão sobre como e quais as metodologias podem utilizar para ensinar seus futuros estudantes da Educação Básica. Com isso, ao iniciar a disciplina, propusemos que os estudantes elaborassem uma carta, a qual deveria ser endereçada à docente da disciplina, apresentando-se e contando sua motivação para cursar licenciatura em Física. Optamos por uma carta, pois o processo de escrita gera reflexão, aprendizados, retomada e interlocução. Marques (2006, p. 84) explicita essa importância:

No ato de escrever a presença do leitor, por ser apenas tácita e expectante, faz com que quem escreve escreva de si dizendo-se a si mesmo coisas que jamais saberia se não as confiasse ao corpo mudo da folha, expressando sentimentos e ideias que não experimentaria se não as escrevesse ou dissesse a alguém. Dessa forma, o escrevente é seu primeiro leitor/parceiro na significância que só a interlocução empresta à fala ou à escrita. (MARQUES, 2006, p. 84)

Dessa forma, além dessa carta inicial, ao final da disciplina, como forma de encerramento, indicamos como atividade a escrita de outra carta. Esta seria direcionada a um colega que estivesse chegando no curso de Licenciatura em Física e objetivava retomar e refletir o processo formativo que os estudantes vivenciaram ao longo do semestre. Com essas escritas, pudemos fazer um processo de avaliação da disciplina como docentes, de modo a perceber se conseguimos trabalhar conceitos necessários e, até mesmo, se os estudantes perceberam a importância desses conceitos e da disciplina de Atividades de Ensino de Física para suas formações como futuros professores de Física.

No processo de escrita de uma carta, há possibilidade de serem expressos alguns sentidos atribuídos à Atividade Discente face ao envolvimento com a disciplina. A Teoria da Atividade (TA) traz a chance de analisarmos as atividades humanas, que são orientadas por nossos objetivos, segundo Leontiev (1983, p. 17). Assim, Atividade em Leontiev assume o sentido de tudo o que é orientado por um objetivo, nem sempre consciente para quem o manifesta.

Com esse propósito teórico-metodológico, analisamos as cartas de dois dos cinco alunos que estavam matriculados na disciplina. A escolha de apenas duas deve-se pela limitação de espaço deste artigo e por serem as cartas que atingiram os objetivos traçados para a escrita destas. Eles foram desafiados a escrever, na primeira carta, sobre as expectativas em relação à disciplina de Atividades de Ensino II e o motivo de cursar Física Licenciatura e, na segunda carta, contar para os futuros alunos da disciplina suas experiências de aprendizagem durante o semestre, com o intuito de responder à pergunta: qual o sentido atribuído pelos licenciandos a sua formação a partir da disciplina Atividades de Ensino de Física II? Dessa forma, a pergunta feita aos estudantes passou a constituir a pergunta de pesquisa deste trabalho. A partir das cartas, produzimos Redes de Sentidos, respeitando a estrutura hierárquica da atividade proposta por Leontiev (1978), embasada na Motivação, Ação e Operação.

Construindo a Rede de Sentidos

Leontiev (1978) possibilitou-nos compreender que a TA é um processo que pode levar à categorias e estas se tornam fundamentais para compreender o complexo psicológico ao se referir à ciência, aplicabilidade e composição do reflexo psicológico diante de uma prática.

Neste trabalho, abordamos a TA como olhar teórico e metodológico, logo, as categorias explicitadas são processos necessários para a análise das cartas. Podemos pensar em categorias priorizando a qualidade particular que o indivíduo natural comanda dentro de um sistema de relações sociais” (LEONTIEV, 1978, p. 40). Nesse sentido os autores Grynuza e Rego (2014, p. 122) expressam que a atividade subjetiva, a consciência do homem e sua personalidade são essenciais para construção de características, sendo a primeira a chave para o desenvolvimento das outras duas. Toda Atividade Humana é um fluxo interno totalmente influenciado pelo meio externo e tudo isso é o processo de desenvolvimento de consciência para Leontiev.

Por ser a categoria primária e de base para as outras, a atividade subjetiva exerce papel fundamental para se compreender o sistema psicológico do homem e o reflexo disso no meio em que está inserido. Inicialmente, é definido o caráter objetual da atividade, em outras palavras, precisa-se compreender que a atividade orienta um objeto no mundo objetivo, ou seja, é um sistema que tem o próprio desenvolvimento, com a estrutura que assume e com as transformações internas que sofre. (GRYNUZA; REGO, 2014, p. 122)

Os autores auxiliam-nos a compreender que o desenvolvimento de uma Atividade pelo homem decorre da tomada de consciência da transição de uma Atividade externa para a Atividade interna, que se dá dentro de um meio social - no contexto universitário, entre professores regentes e licenciandos - em que há a troca de conhecimentos dentro de um processo de significações que são formados historicamente segundo Leontiev (1978). Destarte, o enfoque histórico-cultural e a Teoria da Atividade permitem elaborarmos compreensões acerca da transição para os processos de subjetivação e constituição humana, ou constituição docente para Licenciandos em formação. Permite, ainda, levantarmos a concepção de motivos que orientaram suas atividades de aprendizagem e qualifica-los de forma dialética.

Para dar conta dessa análise, apropriamo-nos do método realizado por Castro (2015), que reuniu, em mapa, as atribuições de sentidos desses sujeitos em estudos. O Autor resume sua análise assim:

Concluindo os episódios montaremos a rede de sentidos de cada um dos sujeitos, buscando relacioná-los a fim de nos dar uma visão de suas interligações e das possibilidades geradas para a aprendizagem da docência na atividade de estágio, como consequência também da organização de ensino da disciplina de MEF e das interações e mediações estabelecidas nessas atividades. (Ibid, 2015, p. 128)

A partir desse exemplo, buscamos inspiração para a construção de nossa rede de sentidos para este trabalho, também identificando interações e mediações estabelecidas na disciplina de Práticas de Ensino II. Castro (2015) denominou como episódios e, em nossa pesquisa, os episódios foram extraídos das cartas 1 e 2, uma no início do semestre e a outra no final do semestre, que nos possibilitaram compreender o movimento de sentidos. Tais cartas pertencem aos alunos A e B e os episódios para análise de sentidos foram organizados, a fim de viabilizar a resposta à pergunta de pesquisa, citada anteriormente. O primeiro episódio pertence ao aluno A, no qual extraímos os sentidos que qualificavam sua Atividade para a escolha de fazer o curso de licenciatura em Física.

Rede de Sentidos do Aluno A

O primeiro episódio do aluno A reflete a expectativa com a licenciatura, sendo que o mesmo já era bacharel em Física.

M 1.0 a - *A minha escolha de fazer licenciatura, inicialmente, foi pensando em ter um plano “b”;*

A 1.0 a - *a licenciatura pode vir a me dar certa estabilidade durante as lacunas ao longo da carreira;*

O 1.0 a - *durante a transições entre as etapas da graduação, mestrado, doutorado, pós-doutorado e professor universitário;*

S 1.0 a - *Uma carta na manga caso eu tenha algum problema no processo da construção da minha carreira acadêmica, como falta de bolsas de pesquisa nas universidades federais.*

A Atividade organizada pelo aluno A, que passa pela motivação **M 1.0 a**, Ação **A 1.0 a** e Operação **O 1.0 a**, são frutos de um processo mental em que as áreas técnicas acreditam que é necessário apenas saber o conceito para saber ensinar ou ter vocação. São ações que, para Shulman (2005), são adversas, pois estaria o professor apenas priorizando o saber do conteúdo, sendo que, para a prática profissional, ter o saber do conhecimento didático do conteúdo e as características específicas de uma determinada área do conhecimento podem dar o aporte necessário para o bom desempenho do ensino nas práticas docentes. O que podemos identificar no sentido **S 1.0 a** dado para essa Atividade, quando o aluno A retrata a docência como “*Uma carta na manga*”, reforçando sua falta de entendimento sobre os saberes docentes. O aluno permanece com essa ideia a respeito da Licenciatura, como veremos no próximo episódio de Atividade.

M 1.1 a - *(...) a licenciatura se tornava uma boa alternativa para que, inerentemente do que aconteça nessas incertezas do futuro;*

A 1.1 a - *possa me oportunizar a continuar envolvido com a física e seguir a carreira de pesquisa ao qual desejo;*

O 1.1 a - *possivelmente um atributo competitivo perante os concursos públicos das universidades;*

S 1.1 a - *Eu obtive muita resistência pessoal a me envolver com a licenciatura.*

É perceptível que toda Atividade explícita nesse episódio esteja envolvida pelo sentido **S 1.1 a**, que é o seu pré-conceito com a Licenciatura, como retrata Soares, “o

bacharel, quase sempre, deprecia aquele que se dedica à arte de ensinar os fundamentos científicos para crianças e jovens” (2011, p. 113). Esse sentido é muito natural na academia, que leva a motivação de a licenciatura ser uma “*boa alternativa*” para “*seguir na carreira de pesquisa*” como uma ação que será operacionalizada com a possibilidade de realizar “*concursos públicos das universidades*”. Podemos considerar esse movimento de sentidos como uma Atividade, pois todo objetivo vem orientado por uma ação que o organiza, que sempre são motivadas por um contexto que é analisado pela TA, a fim de questionar concepções naturalizadas.

Os próximos episódios foram extraídos da carta 2, do aluno A, sendo possível compreender que ele passa a ter um olhar para a licenciatura como um momento de reflexão da sua futura prática, bem como sua constituição docente.

M 2.0 a - *Aprender a ensinar é algo que demanda tempo, mas acima de tudo, traz uma grande satisfação em poder auxiliar outros a encontrar, cada um de sua maneira, o caminho para compreender os aspectos físicos da natureza e como está se relaciona com o mundo em que vivemos;*

A 2.0 a - *As práticas de ensino, vão muito além da mera impressão do uso tradicional do quadro e giz;*

O 2.0 a- *Com as atividades de ensino de física é possível se munir de um ferramental, quase que inesgotável, de boas práticas pedagógicas que se torna de grande valia nos momentos em que se busca;*

S 2.0 a - *não só levar conhecimentos aos alunos, mas tornar o estudante parte fundamental do processo de aprendizagem.*

O aluno A passa a organizar suas Atividades com um propósito novo, ou seja, orientado por novos motivos, que pode conduzir ao aperfeiçoamento de conceitos, saberes e conhecimentos. Quando Leontiev propôs o desenvolvimento da TA, partiu do princípio de que o crescimento do homem ocorre a partir das atividades que ele desempenha. Dessa forma, levando em conta que a disciplina de Atividades de Ensino de Física II tem como proposta metodológica o desenvolvimento do licenciando a partir de suas futuras práticas de ensino, pensamos ter contribuído neste processo constitutivo/formativo, de acordo com as diretrizes do Conselho Nacional de Educação, que tenciona “dar relevo à docência como base da formação, relacionando teoria e prática” (BRASIL, 2002, p. 5).

Essa construção/constituição docente torna-se necessária para o desenvolvimento do licenciando na sua formação e o aluno A passa à tomada de consciência do seu processo formativo e constitutivo, como partícipe de um coletivo reflexivo. No segundo episódio da Carta 2, nota-se o claro reconhecimento da efetiva formação que está recebendo.

M 2.1 a - *considerar o conhecimento prévio do estudante, o professor pode abordá-los e investigá-los, a fim de reorientar o rumo destes aprendizados e lhe auxiliar a trilhar um caminho de novas descobertas, muito além de suas preconcepções;*

A 2.1 a - *Quando passamos a ver o estudante, como um indivíduo imerso pelas influências sociais e culturais, percebe-se que este traz consigo conceitos prévios sobre o mundo.*

O 2.1 a- *Certas vezes, conclusões são retirados das observações e experimentações do indivíduo, que podem estar muito aquém do verdadeiro fenômeno envolvido;*

S 2.1 a - *considerar o conhecimento prévio do estudante, o professor pode abordá-los e investigá-los, a fim de reorientar o rumo destes aprendizados e lhe auxiliar a trilhar um caminho de novas descobertas, muito além de suas preconcepções.*

Todos esses objetivos estruturados nessa diretriz proporcionam que os licenciandos tenham uma formação que os capacite/habilite à prática docente coerente com a sua atividade docente na educação básica, colocando-o em processo de mobilização de saberes e conhecimentos necessários à sua formação, que deverá desenvolver-se a partir de trocas coletivas nas disciplinas como Práticas de Ensino.

Rede de Sentidos Aluno B

Neste momento, passamos a compreender a rede de sentidos do Aluno B, que tem uma experiência diferente do Aluno A. O discente, autor dos Episódios abaixo, está em seu segundo ano na universidade, cursando o 4º semestre da Licenciatura em Física, enquanto o anterior teve matrícula como portador de diploma. Devido às realidades apresentadas, podemos traçar a diferença de motivações envolvidas no processo de construção da Atividade deste aluno. O primeiro Episódio explicita o motivo de estar cursando Licenciatura em Física.

M 1.0 b - *Já no primeiro semestre gostei muito do curso e não pretendo mudar, embora tenha bastante dificuldade devido a não ter visto a Física básica na escola;*

A 1.0 b - *tive a oportunidade de participar do PIBID, o que mudou totalmente a minha visão sobre o ser professor;*

O 1.0 b - *vivenciar a realidade do dia a dia dos professores de escolas públicas é um tanto diferente do que a gente estuda enquanto licenciando dentro da universidade;*

S 1.0 b - *Uma das experiências que tive dentro da escola foi o fato de muitos professores que já atuam na sala de aula estarem desacreditados do poder do lúdico, da experimentação, de aulas mais dinâmicas no ensino da Física.*

O aluno B, a partir das suas experiências como aluno da escola básica, chega à Universidade com motivação de fazer diferente. Sua ação **A 1.0 b** mostra sua determinação em se constituir professor e aportar novos saberes docentes, que lhe darão a fundamentação para operacionalizar tais saberes. A partir do sentido **S 1.0 b**, o aluno B caracteriza sua motivação em fazer diferente, na qual compreende que sua Atividade seja a forma de agir e que esteja direcionada a um objeto que, no caso, será a docência.

O segundo episódio da carta 1 do aluno B traz um olhar sobre a disciplina de Atividades de Ensino de Física II, em que podemos observar que o sentido **S 1.2 b** dá uma atribuição à disciplina, aos momentos de troca, desenvolvendo os saberes docentes, tal como conhecimento do conteúdo a ser ensinado; conhecimento pedagógico geral; conhecimento do currículo, como caracteriza Shulman (2005).

M 1.2 b - *Quanto as disciplinas de Atividades, acredito ser fundamental para a formação de um futuro professor;*

A 1.2 b - *Para Atividades de Ensino de Física II, criei expectativas e acredito que vai ser um semestre de muitas experiências;*

O 1.2 b - *Por ter colegas de níveis diferentes do curso, é possível absorver as experiências boas de cada um, dialogando e aprimorando as linhas de pensamento;*

S 1.2 b - *Para a área do ensino é necessário que exista este diálogo.*

Assim, a disciplina de Atividades de Ensino de Física II dá o suporte para o futuro professor conseguir mobilizar conhecimentos e superar possíveis problemas a serem encontrados em suas futuras salas de aulas. Nardi & Castiblanco dizem que:

“Didática da Física” como o conhecimento a ser ensinado para que o professor aprenda a ensinar Física, isto é, que o futuro professor compreenda o que, como, por que e para quem ensinar. Todo esse processo, além dos conteúdos das ciências exatas, precisa de conhecimentos das ciências humanas e das ciências sociais, relacionados ao problema do ensino da Física. (2018. p. 36).

Ao resgatarmos a ação **A 1.2 b** e o objetivo **O 1.2 b**, percebemos que a disciplina de Atividades de Ensino II atingiu os objetivos de uma disciplina que desenvolve uma didática específica, pois está envolvida com os saberes que se preocupam com o conhecimento do contexto educativo e conhecimento dos objetivos conceituais de física, das finalidades, dos valores educativos e seus fundamentos filosóficos e históricos.

A partir de agora, examinaremos a carta 2 do aluno B que, após um semestre, expressa que os sentidos e conceitos referenciados a partir de ações na carta 1 passam pelo processo de operacionalização na carta 2. Neste primeiro episódio fica claro o seu envolvimento com sua formação e alcançar os objetivos propostos pela disciplina.

M 2.2 b - *é bastante trabalhoso planejar uma aula diferente, com uma metodologia alternativa, mas vale a pena pela participação dos alunos, o interesse, e a aprendizagem efetiva;*

A 2.2 b - *Na minha concepção, a atividade que mais gostei e me vi realmente envolvida com o 'dar aula' e 'planejar material';*

O 2.2 b - *foi a construção do material lúdico, no qual fiz um jogo da memória;*

S 2.2 b - *Muitas vezes, os professores fazem uso da metodologia tradicional de ensino simplesmente para não sair da zona de conforto e ser mais fácil para dar suas aulas.*

Toda expectativa do discente está na realização das práticas propostas na disciplina, na qual os estudantes tiveram protagonismo, como expresso em **M 2.2 b**, pois essa necessidade do futuro professor de refletir sobre sua prática já acontece nas aulas. Para Shön (2000) é através da prática que os professores aprenderão, relacionando aprendizagem com o seu cotidiano e verificando os resultados.

No segundo episódio, o aluno B faz alusão ao que foi trabalhado e o quão importante e motivador isso foi para sua futura prática docente.

M 2.4 b - *Desde quando ingressei na universidade, vejo que amadureci muito em relação a compreender a importância de determinadas disciplinas, e agora estando no 4º semestre comecei a refletir de verdade o que é a docência e o quanto é importante estar preparado para tal;*

A 2.4 b - *No início do curso, as disciplinas de Didática ou Tic's, por exemplo, são muito interessantes e deveriam ser aproveitadas ao máximo, entretanto os alunos não tem maturidade para isto;*

O 2.4 b - *As teorias de aprendizagem, os modelos pedagógicos e epistemológicos, também fizeram pensar sobre que tipo de professor ser no futuro;*

S 2.4 b - *Algumas reflexões importantes que a disciplina me proporcionou foram sobre o currículo, BNCC, documentos oficiais, é extremamente relevante que os futuros professores tenham conhecimento a respeito disto.*

Explicita-se os conhecimentos que foram significados e, nesse momento, o Licenciando toma consciência dos mesmos e manifesta a sua importância na formação que recebe e na constituição de elementos que lhe darão o embasamento teórico-prático para sua docência. É algo que não se constrói de um dia para outro, Kincheloe (1997) fala que somos seres humanos reflexivos, colocamos nossas vidas num contexto amplo e, assim, damos sentidos a elas.

Considerações Finais

Aprendemos a reinterpretar o Conceito de Atividade de Leontiev (1981), principalmente, reconhecendo o sentido comum da concepção expressa quando se trata da atividade humana. A partir das ideias de Vigotski sobre a mediação sócio-histórico-cultural na Atividade Humana, Leontiev revela o conceito de Atividade coletiva ao trazer o exemplo da atividade de caça, quando retrata a relevância das ações que constituem uma Atividade orientada por um objetivo, nesse caso, a captura de animais para a alimentação humana. Dessa forma, ao trazermos a rede de sentidos dos alunos, foi-nos possível identificar como a sua constituição docente dá-se ao participarem da disciplina de Atividades de Ensino de Física II, bem como os movimentos de sentido na apropriação dos saberes e conhecimentos docentes.

Com o questionamento “acerca de qual sentido os licenciandos atribuem a sua formação a partir da disciplina Atividades de Ensino de Física II?” foi possível traçar o sentido atribuído pelos alunos A e B ao escreverem suas cartas, nas quais

eles colocaram todo sentido sobre a busca da sua formação docente. Destacamos, assim, a pertinência da compreensão do movimento de internalização da Atividade Humana, analisamos as cartas como um processo de tomada de consciência social, que passa a ser consciência pessoal para o futuro professor, ou seja, a tomada de consciência acontece do social para o particular e vice-versa. Nessa perspectiva, as significações passam a ter sentido pessoal para os alunos, que poderão responder os motivos pelo qual estão fazendo o curso de Licenciatura em Física. Cada aluno produziu sua Atividade dentro de um processo de internalização ao relatarem suas motivações, ações e operações perante suas expectativas ao iniciarem a disciplina e seus novos conceitos internalizados na Atividade Coletiva ao finalizá-la.

Referências

- BARCELLOS, M. E. Conhecimento físico e currículo: Problematizando a licenciatura em Física. **Tese (Doutorado)**. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Disponível: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/apresentacao>. Acessado em: 18 de dez. 2019.
- CASTRO, B. A. C. **O professor de Física em formação: seus motivos, ações e sentidos**. 2015. 372 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- GUIMARÃES, Y. A. F. Identidade curricular na formação inicial de professores de Física. **Tese (Doutorado)**. Programa de Pós-Graduação Interunidade em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.
- GRYMUZA, A. M. G; REGO, R. G. Teoria da Atividade: Uma Possibilidade no Ensino de Matemática. **Temas em Educação**, João Pessoa, v.23, n.2, p. 117-138, jul.-dez. 2014
- KINCHELOE, J. **A formação do professor como compromisso político: mapeando o pós-moderno**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- LEONTIEV, A., (1978). Sobre o desenvolvimento histórico da consciência. *In*: LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, p. 89-142.
- LEONTIEV, A.N.. The problem in Activity in Psychology. *In*: WERTSCH, J.V. **The Concept of Activity in Soviet Psychology: An Introduction**. M.E. Sharpe, Inc. New York: USA, 1981. p. 37-71.
- LEONTIEV, A. **Actividad, conciencia e personalidad**. Havana: Editorial Pueblo y Educación. 1983.
- MARQUES, M. O. **Escrever é preciso: O princípio da pesquisa**. 5 ed. rev. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006.
- NARDI, R.; CASTIBLANCO, O. L. **Didática da física**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.
- SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- SHULMAN, L. S. Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. **Revista de currículum y formación del profesorado**. Granada-España, ano 9, n. 2, 2005, p. 1-30
- SOARES, A.S. Licenciatura *Versus* Bacharelado: A Cultura Da Polarização Na Formação Inicial Dos Professores. **Póiesis Pedagógica**. v.9, n.1 jan/jun.2011; pp.109-123

UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO DE CURSOS DE CURTA DURAÇÃO INTERNACIONAIS NO DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES DE FÍSICA BRASILEIROS

A STUDY ABOUT INTERNATIONAL TEACHER PROGRAMMES IN PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF BRAZILIAN TEACHERS

Ricardo Meloni Martins Rosado¹, Alberto Villani²

¹Universidade de São Paulo/Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, ricardo.meloni@usp.br

²Universidade de São Paulo/Departamento de Física Aplicada, avillani@usp.br

Resumo

A Física é uma ciência que está em constante processo de atualização. Frequentemente, os noticiários anunciam novas descobertas científicas, despertando a curiosidade da população e, principalmente, dos estudantes. No entanto, nem sempre os professores se sentem confortáveis para trabalhar esses assuntos em sala de aula e um dos principais motivos é que eles não fazem parte da sua formação inicial. Uma das formas de incentivar os professores a explorar a Física presente nos noticiários é colocá-los em contato com ela e esse tem sido o papel de alguns cursos de formação de professores realizados em instituições dentro e fora do Brasil. Este trabalho faz a análise do impacto desses cursos realizados no exterior a partir do referencial de Guskey, que observa o quanto essas ações modificaram as práticas docentes e o aprendizado dos alunos. As falas dos professores foram analisadas de duas formas: através da análise textual discursiva de depoimentos presentes no livro “Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN” e de entrevistas com professores participantes destes cursos, em alguns casos acompanhadas de entrevistas com a equipe gestora da escola e com alunos.

Palavras-chave: Formação de professores, Formação continuada, Escola de Física CERN, *Einsteinplus*.

Abstract

Physics is a science in constant process of change. Frequently, the news announce new scientific discoveries, arousing the curiosity of the public and, specially, the students. However, teachers aren't always comfortable about approaching those subjects in the classroom and one of the reasons is that they're not part of their pre-service education. One way to encourage teachers to explore the Physics found on the news is to put them in contact with it and this has been the role of some in-service education programmes inside and outside Brazil. This paper analyzes the impact of the courses outside Brazil through Guskey's theoretical framework, which observes how much those actions modify teacher's practices and student's learning. Teacher's speeches have been analyzed in two ways: through discursive textual analyses of teacher's testimonials found in the book “We, Brazilian

Physics Teachers, Have Been to CERN” (free translation) and through interviews with some of the participants, in some cases, accompanied with interviews of school’s management team and students.

Keywords: Teacher education, In-service education, CERN’s teacher programmes, *Einsteinplus*.

Introdução

É praticamente um consenso na área de Ensino de Física a necessidade de uma atualização curricular e da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. O currículo de Física, normalmente ditado pelos livros didáticos e exames de avaliação para ingresso em Ensino Superior, abordam em quase sua totalidade uma Física desenvolvida até o século XIX, apesar de a FMC estar presente na vida dos alunos (CARVALHO; VANNUCHI, 1996). Apesar desse consenso, os cursos de Licenciatura em Física têm se mostrado insuficientes para abordar tópicos de FMC com a devida profundidade. Isso causa uma grande insegurança quando o licenciando se torna professor e se depara com questões trazidas pelos seus estudantes através dos noticiários, como mostrado em um trabalho de Rezende Junior e Cruz (2009). Se o próprio professor de Física teve pouco contato durante a sua graduação com a FMC, como será capaz de debatê-la com seus alunos?

Pensando nesse problema, algumas instituições internacionais de renome como a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN), na Suíça e o *Perimeter Institute* (PI) no Canadá, criaram cursos de curta duração voltados para professores de Ensino Médio, que tinham entre suas finalidades o desenvolvimento profissional do professor de Física. Os programas no exterior com maior participação de professores brasileiros são o Programa para Professores em Língua Portuguesa do CERN (conhecida no Brasil como Escola de Física CERN), que tem apoio da Sociedade Brasileira de Física (SBF), a *High School Teachers at CERN* (mais conhecida como HST) e a *Einsteinplus* no PI. Desses três programas, apenas o primeiro deles é ministrado em português, enquanto os dois últimos são ministrados em inglês. A principal diferença entre os programas do CERN e do PI é que aqueles são ministrados por pesquisadores e engenheiros do CERN e são constituídos basicamente por palestras e visitas às instalações, enquanto este é ministrado por professores de Ensino Médio e é constituído por atividades experimentais que visam relacionar o conteúdo de FMC com conceitos regularmente explorados nos currículos de Física do Ensino Médio.

Referencial teórico:

Villegas-Reimers (2003) separa a formação de professores em duas categorias: *pre-service* e *in-service*. A categoria *pre-service* refere-se à formação do professor antes de iniciar sua atividade docente, enquanto a *in-service* compreende ações voltadas ao desenvolvimento profissional do professor que já está em exercício, como é o caso das escolas de formação de professores realizadas pelo CERN e pelo *Perimeter Institute*. Essas escolas são chamadas pela autora de *Professional-Development Schools* (PDS), ou seja, parcerias entre professores, equipe administrativa e membros da universidade que têm por objetivo melhorar o

processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, bem como unificar teoria educacional com prática (VILLEGAS-REIMERS, 2003, p. 71).

A avaliação dessas escolas pelas instituições que as oferecem tende a ser bastante superficial, normalmente restrita a questionários que medem apenas a reação inicial dos participantes, o que, no caso específico dos programas do CERN e do PI, tende a ser bastante positiva. Guskey (2000) propõe, para essas escolas, uma avaliação subdividida em cinco níveis, nos quais a reação dos participantes constitui apenas o primeiro. Os níveis de avaliação propostos por Guskey (2000) são apresentados abaixo:

- *Nível 1: Reação dos Participantes* – é o nível mais superficial e normalmente é avaliado através de questionários. Esse nível procura avaliar a impressão dos professores logo após o curso, principalmente se eles creem que o que eles aprenderam vai ser útil, pois esse é o primeiro passo para haver transformação nas suas práticas docentes.
- *Nível 2: Aprendizagem dos participantes* – é o nível que mede a atualização de conhecimentos dos participantes, que podem ser conceituais, procedimentais ou atitudinais (COLL, 2003). A atualização de conhecimentos não acontece apenas no momento da realização da PDS, pode ocorrer também antes e depois.
- *Nível 3: Suporte organizacional e transformação* – nesse nível, observa-se o apoio que os professores encontram na sua instituição de ensino para mudanças. Muitos dos esforços na área da Educação não seguem adiante, pois a instituição não compreende os motivos das transformações ou ainda porque oferecem barreiras para a implementação dessas mudanças. No Brasil, grande parte dessas barreiras aparece por conta de imposições curriculares. Uma escola com foco nos exames vestibulares, por exemplo, tem seu currículo orientado por esses exames (ROSA; ROSA, 2005) e dificilmente oferece apoio para a implementação de assuntos que não são cobrados nele.
- *Nível 4: Uso dos novos conhecimentos e habilidades pelos participantes* – nesse penúltimo nível, busca-se acessar o quanto do que os professores aprenderam em sua experiência foi efetivamente levado para a sala de aula. Três aspectos principais precisam ser considerados nessa etapa da avaliação: o quanto os professores estão preocupados em realizar alguma transformação em sala de aula, o quanto eles implementa novas práticas e técnicas e o quanto essas novas práticas são diferentes das que eles utilizavam anteriormente.
- *Nível 5: Resultados na aprendizagem dos estudantes* – o último e mais profundo nível de avaliação busca medir o quanto dessas mudanças aplicadas realmente fazem diferença para os estudantes. Assim como o aprendizado dos professores é dividido em atualização de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, a mesma divisão pode ser aplicada para se avaliar a aprendizagem dos estudantes.

A coleta de dados para a avaliação do impacto das PDS na formação dos professores pode ser feita de diferentes maneiras, dependendo do nível que se pretende avaliar. Por exemplo, um questionário pode ser utilizado para avaliar o nível 1, enquanto entrevistas com os professores participantes podem ser mais úteis

para se avaliar os níveis 2 e 4. Os níveis 3 e 5 podem ser avaliados também por meio de entrevista, quando isso é possível, ou através de dados trazidos pelos próprios professores.

Metologia de Pesquisa

A coleta de dados foi realizada de duas formas. Primeiramente, utilizou-se a *análise textual discursiva* (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2015) de depoimentos de participantes da Escola de Física CERN contidos no livro *Nós, professores brasileiros de Física do Ensino Médio, estivemos no CERN* (GARCIA, 2015). Os resultados dessa análise foram apresentados no XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) em 2018.

Após essa primeira parte, realizou-se entrevistas com os coordenadores internacionais e os professores participantes das PDS do CERN e do PI. No caso dos coordenadores, as entrevistas foram realizadas em inglês e depois traduzidas. Com os professores, as entrevistas foram realizadas em português. O tipo de entrevista utilizado foi a *entrevista semiestruturada*, na qual o roteiro serve como uma lista de tópicos e o pesquisador pode levantar novas questões, o que resulta em informações mais profundas (MASSONI; MOREIRA, 2017, p. 83).

Análise de resultados

Análise textual discursiva

A ATD dos depoimentos dos professores participantes foi bastante importante para determinar o perfil dos professores que participaram da Escola CERN. Cabe destacar aqui que, de todas as PDS realizadas fora do Brasil, essa é que possui de longe a maior participação, por contar com apoio da SBF, que coordena a participação de 20 professores brasileiros por ano¹. No período contemplado por Garcia (2015), a maioria dos professores (exceto apenas os que davam aula exclusivamente na particular) teve apoio financeiro do Ministério de Ciência e Tecnologia ou da CAPES, o que permitiu que professores de baixa renda tivessem a oportunidade de viajar até a Suíça (muitos deles nunca haviam nem sequer viajado de avião). Além disso, para a maioria dos professores que participaram de outras PDS no exterior, a Escola de Física CERN serviu como “porta de entrada” para conhecerem e quererem participar das outras.

Os relatos dos professores abordam a visita ao LIP (que foi inserida a partir de 2012), as palestras, visitas aos detectores e cotidiano no CERN. A descrição das palestras normalmente é bem simples. Apenas um professor descreve com detalhes o conteúdo abordado e alguns mencionam até dificuldade para acompanhar o conteúdo por julgá-lo muito avançado. Por outro lado, uma grande parte dos professores destaca a única atividade experimental do curso: a construção de uma câmara de nuvens para a detecção de raios cósmicos.

Apesar das dificuldades com a compreensão de determinados assuntos, isso não impede que os professores desenvolvam atividades sobre Física de

1 O número varia um pouco conforme a edição: na primeira edição, havia apenas 11 professores; nos anos em que a CAPES ofereceu subsídio, este número passou para 20 e depois 30 professores; com o fim do subsídio, o número de professores caiu inicialmente para 22 e, desde 2016, mantém-se em 20 professores por ano.

Partículas com seus alunos quando retornam ao Brasil. A diversidade de métodos é bastante grande, envolvendo desde a inserção deste conteúdo em suas aulas, palestras, minicursos e em feiras de Ciências até o desenvolvimento de materiais didáticos como livros, apostilas, jogos didáticos, blogs e até um cordel literário. Alguns professores mantêm o contato com o CERN através da participação em *masterclasses* e visitas virtuais.

Entrevistas com os coordenadores

Ao todo, foram realizadas três entrevistas com professores responsáveis pela coordenação de PDS no exterior. O primeiro entrevistado foi o prof. Mick Storr, um dos responsáveis pela criação da HST em 1998 e dos programas nacionais do CERN oferecidos em diferentes idiomas, no qual se enquadra a Escola de Física CERN. Além de ser um dos criadores, Mick Storr foi coordenador dos programas para professores do CERN entre 2004 e 2013, ano em que se aposentou. A coordenação passou então para a responsabilidade do prof. Konrad Jende, que assumiu o cargo por apenas dois anos e, desde 2016 ela está nas mãos do prof. Jeff Wiener, que foi o segundo professor entrevistado nesta pesquisa.

Estas duas entrevistas revelaram informações importantes a respeito dos programas para professores do CERN. A primeira delas foi a motivação para a criação dos programas para professores. Nas palavras do prof. Mick Storr:

Quando falamos com um professor, ao longo de uma carreira de 30 anos, nós falamos com muitos estudantes. E, se nós falamos com 50 professores, nós falamos com uma quantidade maior ainda! Professores são verdadeiros multiplicadores! Se você perguntar para qualquer pessoa neste restaurante: “por que você está aqui? O que o (a) motivou a se tornar um(a) cientista, um(a) físico(a), um(a) engenheiro(a), um(a) cientista da computação?”, muitos vão responder: “eu tive um professor que me encorajou e me inspirou.” E essa sempre foi a nossa motivação!

Percebe-se, através dessa fala, que inicialmente não havia necessariamente uma preocupação com o desenvolvimento profissional dos professores, e sim na divulgação do CERN ao maior número possível de estudantes. Essa perspectiva mudou um pouco com a inserção de pessoas com formação na área de Ensino de Física. No entanto, ainda há limitações, como pode ser verificado na fala do prof. Jeff Wiener:

No começo, não existia bem um currículo. Quem implementou a primeira estrutura foi o meu predecessor, o coordenador que assumiu o programa entre o Mick e mim. Até então, era baseado em quem estava disponível para dar uma palestra naquele dia. Então não existia uma sequência de aprendizado como existe hoje, em que nós começamos com alguns tópicos iniciais, fazemos algumas visitas, depois vemos aceleradores etc. Não existia nada disso até 2014! (...) O nosso maior problema aqui no CERN é que nós não somos um centro especializado em desenvolvimento profissional de professores. Então tudo o que fazemos aqui depende de voluntários.

Outro ponto importante a se destacar nas entrevistas é a avaliação do impacto dos cursos. Segundo o prof. Jeff Wiener, as avaliações realizadas pelo CERN normalmente se limitam a questionários que medem apenas a reação dos professores, o que corresponde ao primeiro nível no modelo de avaliação proposto por Guskey (2000). O resultado dessa avaliação é bastante positivo, o que indica que os professores saem do curso bastante satisfeitos e motivados a desenvolver atividades relacionadas a Física de Partículas em suas salas de aula. O prof. Jeff

atribui esse resultado ao que ele chama de “efeito CERN”: o fato de os professores estarem em um centro de pesquisas renomado mundialmente faz com que eles sintam que a experiência que eles tiveram foi especial. No entanto, o CERN não coleta dados que permitam avaliar os demais níveis do modelo de Guskey.

A terceira entrevista foi realizada com os professores Greg Dick e Dave Fish, ambos do *Perimeter Institute* e responsáveis pela implementação do programa *Einsteinplus* no Canadá. Este programa já difere dos programas do CERN em sua concepção: enquanto o CERN é uma instituição que surgiu com o objetivo principal da pesquisa e ao longo do tempo passou a inserir atividades de ensino e divulgação científica, o PI tem esses objetivos desde a sua criação. Isso fez com que suas atividades sempre fossem voltadas ao desenvolvimento profissional de professores.

Sobre o impacto destas atividades no Ensino Médio, o prof. Greg traz um dado bem documentado, que reflete não apenas a reação dos professores, mas sim a utilização do material deles em sala de aula:

A [nome de empresa omitido] é uma empresa de contabilidade, mas esses fazem estudos de eficácia, validade e impacto. Eles fizeram um estudo do impacto das nossas ações de extensão e uma das coisas que eles descobriram foi que os professores que utilizam os nossos recursos os usam novamente 95% das vezes! Então, não há estatística melhor do valor do que eles têm em suas mãos porque um professor não utiliza o seu segundo melhor recurso, a sua segunda melhor aula. Eles vão usar a aula que eles acreditam ser a melhor para ensinar o que quer que seja para que os estudantes criem suas oportunidades de aprendizado.

Entrevistas com professores, gestores e alunos

Até o momento, foram realizadas 16 entrevistas com professores participantes de PDS no exterior. Procurou-se diversificar ao máximo o perfil dos professores, de forma que fossem contemplados professores das rede pública e particular, assim como professores com diferentes titulações (apenas graduação, especialização, mestrado e doutorado). Em dois casos, foram entrevistados também a equipe gestora e um grupo de alunos.

Em relação ao primeiro nível, como já foi mencionado, as entrevistas com os coordenadores já dão um indicativo de que a reação dos professores após os cursos é bastante positiva. Nas entrevistas com os professores, nem sempre faz sentido medir esse nível, uma vez que alguns participaram destas atividades há um tempo considerável, então não estão mais no estágio de reação. Uma exceção pode ser tirada da entrevista de uma participante da HST, que foi entrevistada no mesmo ano da sua participação:

Foi o primeiro programa desse tipo internacional que eu tentei. Eu nunca tentei no Perimeter, nunca tentei no LIGO²... Agora eu quero ir em todos! (sic)

Já no aprendizado dos professores, foi mencionado que nem sempre eles conseguiam se familiarizar com todo o conteúdo do programa durante a sua participação. Entretanto, foi verificado nas entrevistas que a maioria dos professores se sente motivada a buscar mais informações a respeito do conteúdo conceitual das PDS após participar delas. Além do aprendizado conceitual, muitos participantes

2 A professora se refere aqui à já citada *Einsteinplus* e à *International Physics & Astronomy Educator Program* do *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* (LIGO).

(sobretudo os da *Einsteinplus*) revelam que aprenderam também novas formas de abordar conteúdos que estavam em seus currículos, como é o caso de uma professora da rede estadual do estado de São Paulo, que viu no curso uma nova maneira de trabalhar com o *Caderno do Aluno*, material utilizado nas escolas estaduais de São Paulo:

Logo nas primeiras aulas, esse Caderno do Aluno do segundo semestre do terceiro ano, uma das atividades fala sobre espectros atômicos... E dá para a gente casar isso com a atividade de expansão do Universo do Perimeter, porque aí a gente analisa o espectro das estrelas, os elementos que compõem a estrela... E a atividade de Perimeter é: quando isso se desloca para o vermelho, dá para a gente calcular qual é a velocidade de afastamento das estrelas, você traça um gráfico e calcula a unidade do universo... Então essa atividade dá para a gente casar com essa outra de expansão do Universo, que eu acho que é bem redondinho, sabe? Encaixa perfeitamente ali!

Por último, não se pode deixar de mencionar o aprendizado atitudinal proporcionado pelas PDS, que fizeram com que os professores aumentassem as suas crenças de autoeficácia e se sentissem mais preparados para abordar FMC com seus alunos.

Em relação ao suporte das escolas, há relatos de professores que mencionam apoio total e alguns que mencionam alguma resistência encontrada por eles ou por algum colega participante. Em geral, escolas particulares que seguem algum tipo de material apostilado tendem a oferecer mais resistência à implantação de novos projetos. Nas escolas particulares que não se orientam seus currículos e nas públicas, o suporte é bem reconhecido pelos professores. Questionada sobre a importância dos projetos para a escola, uma das gestoras responde:

A gente não só [apoiar] esse projeto de [nome da professora omitido]. A gente tem aqui outros projetos aqui. (...) Tem outros projetos muito bons que são muito bem reconhecidos pela Secretaria de Educação exatamente porque a escola dá todo o apoio dentro do que é possível para que eles possam se desenvolver esses projetos dentro da escola. Eu acho que não existe melhor maneira de você dar continuidade a essa formação do que a implantação de projetos. Eu acho fantástico! Até mesmo porque muitas vezes pega o contraturno, tira os meninos da ociosidade... Trazer o menino para um laboratório destes acho que é muito válido!

Sobre os últimos níveis de avaliação do impacto das PDS, as entrevistas revelam diversas mudanças nas atitudes dos professores após os cursos. Há alguns que nem sequer abordavam FMC em suas aulas e passaram a inseri-la somente após essa oportunidade. A maioria, no entanto, já trabalhava alguns conteúdos básicos de FMC, mas passaram a incluir novos assuntos, como Física de Partículas, por exemplo, que é o foco principal dos programas do CERN. As estratégias de inserção variam bastante, como já havia sido verificado anteriormente através de ATD. Um outro recurso que não havia aparecido anteriormente, mas foi mencionado em duas entrevistas foi a criação de Clubes de Ciência, ou seja, locais em que o aluno pode trabalhar (de preferência no contraturno das aulas) conteúdos que não podem ser trabalhados em sala de aula por falta de tempo ou algum outro motivo. Sobre esses clubes, um dos alunos participantes comenta:

Ele abriu certos horizontes! Porque, tipo assim, eu cheguei ao clube, eu não pensava por exemplo nas exposições que a gente já fez em eventos, eu não pensava nas apresentações que a gente já fez até para outras escolas. A gente já, se eu não me engano, teve uma vez que a gente elaborou um trabalho e uns slides para falar sobre um tema e a gente conseguiu lotar

sala! Se não me engano foi “a ciência dos super-heróis”. A gente pegou aquela temática e conseguiu construir toda uma explicação, meio que uma aula mesmo, baseada em vários heróis, e juntar tudo aquilo com a Ciência, explicar tudo aquilo ou desmistificar, digamos assim, porque a pessoa pensa que está assistindo, pensa que aquilo é verdade e a gente explicou melhor aquilo... (...) Então é algo que Clube fez por nós: ter essas experiências que eu tenho certeza, ajudou todo mundo como eles falaram. Saber falar melhor, na oratória, na Ciência em si, como muitos melhoraram seu desempenho e tudo mais... Eu creio que o clube acrescentou muito!

A fala desse aluno consegue reunir aspectos de aprendizado conceitual, procedimental e atitudinal, pois demonstra que os alunos aprenderam o conteúdo de Ciência, desenvolveram a metodologia para abordá-lo de maneira lúdica e fizeram uma apresentação para grande público, o que fez com que eles desenvolvessem também suas habilidades de comunicação.

Considerações finais

O trabalho apresentou uma avaliação de programas internacionais para professores sob o ponto de vista do impacto gerado pelos programas em sala de aula. Os programas avaliados apresentam enfoques bastante diferentes, sendo que uma instituição visa inserir conteúdos específicos de FMC (em especial a Física de Partículas) em sala de aula, enquanto a outra visa inovar estratégias para abordá-los. Os dados coletados revelam que realmente ocorrem mudanças em sala de aula e que os estudantes se beneficiam de alguma forma destes trabalhos. Como próximo passo, pretende-se avaliar o quanto essas ações foram relevantes para as trajetórias profissionais dos professores.

Referências

- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996.
- COLL, C. **Psicologia e currículo**: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. São Paulo: Ática, 2003.
- GARCIA, N. M. D. (Org.). **Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
- GUSKEY, T. **Evaluating Professional Development**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2000.
- MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. **Pesquisa Qualitativa em Educação em Ciências**: projetos, entrevistas, questionários, teoria fundamentada, redação científica. São Paulo: Livraria da Física, 2017.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2015.
- REZENDE JUNIOR, M. F., CRUZ, F. F. S., Física Moderna e Contemporânea na Formação de Licenciandos em Física: Necessidades, Conflitos e Perspectivas. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 305-21, 2009.
- ROSA, C. W. da; ROSA, A. B. da. Ensino de física: Objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2020.

UMA ABORDAGEM FREIREANA NO ENSINO SUPERIOR: O ENSINO DE FÍSICA PROBLEMATIZADO

A FREIREAN APPROACH IN UNIVERSITY LEVEL: THE PROBLEMATIZED PHYSICS EDUCATION

Arthur Vinícius Resek Santiago¹, Cristiano Mattos²,

¹Instituto Federal de São Paulo, arthursantiago@ifsp.edu.br

²Instituto de Física/USP, mattos@if.usp.br

Resumo

A obra de Paulo Freire vem sendo estudada e baseia diversas pesquisas do Ensino de ciências. Neste trabalho a metodologia freireana foi utilizada para desenvolver e realizar uma intervenção em uma disciplina de Física básica de um curso de Licenciatura. Ao invés da disciplina ser desenvolvida de maneira tradicional, ela foi contextualizada nos problemas enfrentados diariamente pelos estudantes para acessar o campus de São José dos Campos do IFSP, pois o mesmo está localizado as margens da Rodovia Dutra e dentro de uma refinaria de petróleo. A questão que pretendemos responder é: os conceitos físicos discutidos ao longo da disciplina, dentro dos problemas trazidos pelos estudantes, se tornaram novos instrumentos mediadores em outras atividades dos alunos? A metodologia utilizada se baseou nos conceitos de *universo temático* e *temas geradores*. Após o curso foram realizadas entrevistas com os estudantes, para identificar as atividades em que os conceitos físicos, aprendidos ao longo da disciplina, eram utilizados. Os resultados indicam que o contínuo movimento conceitual de descensão ao abstrato e ascensão ao concreto complexificado ocorreu nos alunos em diversos momentos e fez com que suas percepções do cotidiano mudasse, se tornando uma visão mais crítica de sua realidade.

Palavras-chave: Paulo Freire, temas-geradores, problematização, ensino superior, ensino de física.

Abstract

Paulo Freire's work has been studied and had adopted by several science teaching researches. In this work, the Freirean methodology was used to develop and carry out an approach in a basic Physics discipline of a Teaching course. Instead of this discipline being developed in a traditional way, it was contextualized in the problems of displacement, faced daily by students when they go to classes, to access the IFSP campus of São José dos Campos, which is located on the banks of Rodovia Dutra and it's inside of an oil refinery. The question we intend to answer is: do the concepts of Physics discussed throughout the discipline, within the problems brought by students, become new mediating instruments in other students' activities? The methodology used was based on the concepts of thematic universe and generating themes. After the course, interviews were conducted with students to identify the activities that concepts of Physics, learned throughout the course, were used. The results indicate that the continuous conceptual movement of descending

to the abstract and ascending to the complexified concrete occurred in the students at different times and with which their perception of their daily lives changed, becoming a more critical view of their reality.

Keywords: Paulo Freire, themes-generators, expansion of meanings, higher education, physics teaching.

Introdução

No ensino de ciências, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), usada nos anos 2000, ainda é uma tentativa de contextualizar os conteúdos de Ciências com situações relacionadas a problemas tecnológicos e sociais do cotidiano das pessoas. Deste modo, esses trabalhos apontam para algumas inovações curriculares que aproximam os conteúdos de Física a um determinado contexto e as pesquisas, em sua maioria, ocorrem no Ensino Médio.

Uma das abordagens que pretende relacionar o contexto mais imediato dos estudantes e da comunidade da qual pertencem com conhecimento historicamente construído está na obra de Paulo Freire. Em seus textos, Freire destaca a importância de que os estudantes e o professor partam dos problemas do contexto onde vivem, aprofundando suas contradições, para, assim, conscientizar os sujeitos utilizando como fundamento o ensino dos conteúdos específicos das disciplinas.

Será a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação ou da ação política. (FREIRE, 2016, p.146)

Freire propõe que os conteúdos sejam pautados no contexto dos sujeitos, dos quais podem emergir o que ele trata como *temas geradores*. Tais temas pretendem fazer o papel de elemento organizador de atividades que permitam ao sujeito tomar consciência da realidade na qual está imerso e aprenda a transformá-la com os conteúdos na práxis.

Investigar o tema gerador é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis. (FREIRE, 2016, p.163)

Delizoicov e Angotti apresentaram uma forma de se usar essa abordagem no ensino de Física, tendo sido os primeiros pesquisadores da área a relacionar as concepções freireanas ao ensino de ciências. O resultado de sua síntese foi o estabelecimento de princípios de organização do processo de ensino, denominada os “Três Momentos Pedagógicos” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

A partir desses trabalhos foi possível estabelecer relações, em particular na área de ensino de ciências, entre a abordagem CTS e a teoria freireana.

O elo entre o referencial freireano e a abordagem CTS vem ocorrendo de diversas maneiras, dentre elas, as que relacionam conceitos de ambas as vertentes: a) palavras geradoras e investigação temática; b) educação política e participação pública; e c) educação problematizadora de Freire e a não-neutralidade da concepção de ciência. (ZAUITH; HAYASHI, 2013, p.275)

Algumas pesquisas exploram a investigação temática junto à abordagem CTS com a perspectiva freireana, ao ensino de ciências por investigação com a mesma perspectiva, além de uma mudança curricular com a investigação temática e temas geradores (DELIZOICOV, 2008; FONSECA et al, 2018).

O trabalho aqui proposto faz parte de uma pesquisa mais ampla que utilizou a obra freireana e a Teoria da Atividade como base para uma abordagem realizada no ensino superior (SANTIAGO, 2019). Nela, foram aproveitadas as contribuições referentes à investigação temática e temas geradores. O *locus* da intervenção foi na disciplina de Física I de um curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de São Paulo – IFSP – do campus da cidade de São José dos Campos, localizado dentro de uma refinaria, distante, portanto, de bairros residenciais, conseqüentemente isolado da cidade, gerando diversos problemas de acesso.

Este trabalho tenta responder como os problemas vividos pelos alunos podem ser trabalhados em sala de aula, para que o contexto deles seja interpretado não só pela vivência, mas também pelos conceitos físicos. O objetivo era de que os alunos aprendessem conceitos físicos relacionados à Mecânica e, com isso, adquirissem novos instrumentos para interpretar a sua realidade, a partir daí criando condições para que pudesse agir perante ela, transformando-a.

Referencial Teórico

A intenção foi a de organizar um curso que fosse contextualizado nos problemas levantados pelos alunos, sendo assim o trabalho de Paulo Freire era fundamental para que este objetivo fosse contemplado. Usando inspirações de conceitos e metodologias introduzidos em sua obra, foi planejada uma intervenção que se iniciou com um levantamento temático realizado em um semestre com uma turma de Física II e que foi levada a cabo no semestre seguinte com a turma de Física I, sendo que os alunos de Física I são os sujeitos dessa pesquisa.

O Brasil vem passando por uma transição educacional que se expressa pela abertura do ensino superior às classes populares e, em particular nas Licenciaturas, há uma política de incentivo para que os estudantes optem por esses cursos. Frente a esta situação, é fundamental que haja uma mudança no ensino superior, de modo que, por meio da educação seja possível a transformação das vidas e do cotidiano desses estudantes. De acordo com o Freire (2014):

[...] a educação teria de ser, acima de tudo, uma tentativa constante de mudança de atitude. De criação de disposições democráticas através da qual se substituíssem no brasileiro, antigos e culturoológicos hábitos de passividade, por novos hábitos de participação e ingerência, de acordo com o novo clima da fase de transição. (p.123)

Já em uma de suas primeiras obras, Freire expõe como importante o fato dos estudantes serem participativos e que o tema das discussões faça parte de seu cotidiano, de sua comunidade, como podemos ver no trecho anterior. Portanto, há uma necessidade de mudança na maneira como a educação é oferecida aos estudantes, apesar da Educação como Prática para a Liberdade ter sido escrita na década de 60 do século passado, ela permanece atual, principalmente nas ideias que enfatizam a mudança na abordagem educacional.

Como aprender a discutir e a debater com uma educação que impõe? Ditamos ideias. Não trocamos ideias. Discursamos aulas. Não debatemos e discutimos temas. Trabalhamos sobre o educando. Não trabalhamos com ele. Impomos-lhe uma ordem a que ele não adere, mas se acomoda. Não lhe propiciamos meios para o pensar autêntico, porque, recebendo as fórmulas que lhe damos, simplesmente as guarda. Não as incorpora porque a incorporação é o resultado de busca de algo que exige, de quem o tenta, esforço de recriação e de procura. Exige reinvenção. (FREIRE, 2014, p.127)

Freire propôs pautar o ensino da linguagem escrita em três eixos que o norteiam por toda a sua obra: I. Método ativo, dialogal, crítico e criticizador; II. Na modificação do conteúdo programático da educação; III. No uso de técnicas como a de redução e da codificação. Esses três eixos podem ser expandidos para além da alfabetização de jovens e adultos, problema principal resolvido por Freire. Todo ensino, com as adaptações necessárias, pode se pautar nesses princípios educacionais.

Para Freire é por meio do diálogo que o comunicado passa a ser comunicação, principalmente quando professor e aluno estão em uma relação horizontal e não em uma relação vertical - prática do antidiálogo - na qual o professor detém a palavra e o estudante ouve o comunicado. Quem dialoga, dialoga com alguém sobre alguma coisa (FREIRE, 2014), essa alguma coisa é justamente o conteúdo programático.

Nos cursos de formação de professores, Licenciaturas e a Pedagogia, como futuros professores, os estudantes precisam ter experiências da metodologia freireana da dialogicidade. Esse tipo de educação é inexpressivo nas disciplinas de ensino superior, pois há uma dificuldade por parte dos docentes de conciliar os conteúdos programáticos das disciplinas com o conhecimento trazido pelos estudantes e relacionar os conteúdos também com problemas atuais ou futuros ligados à sociedade.

Uma das metodologias colocadas por Freire para que os alunos consigam tomar parte dos problemas sugeridos é que esses problemas surjam do cotidiano e contexto em que a comunidade atendida pela instituição de ensino esteja inserida.

Será a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação ou da ação política.

O que temos que fazer, na verdade, é propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação. (FREIRE, 2016, p.146)

Ao trazer temas problematizadores da realidade dos alunos, ou seja, violências da sociedade estabelecida, o docente pode gerar discussões que se afastem dos objetivos contidos na ementa da disciplina, já que o ensino é dado de forma fragmentada tanto na universidade como na escola, onde não há interdisciplinaridade devido à organização em semestres, em conteúdos, em disciplinas. Essa organização temporal dificulta o trabalho de um professor que tem uma ementa a cumprir, pois os conteúdos quando trabalhados com temas problematizadores podem variar, uma vez que esses temas terão a total participação dos alunos. Sobre o conteúdo programático, Freire coloca:

“Para o educador-educando, dialógico, problematizador, o conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição, um conjunto de ideias a ser depositado nos educandos, mas a devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo daqueles elementos que este lhe entregou de forma desestruturada” (FREIRE, 2016, p.142)

Essa busca por criar problematizações e um ambiente de debate está fundamentada na obra Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 2016), em que se encontra uma metodologia freireana mais madura e com conceitos melhor definidos. Os conceitos de universo temático e temas geradores são o que pautaram a organização do conteúdo programático.

O momento de buscar é o que inaugura o diálogo da educação como prática para a liberdade. É o momento em que se realiza a investigação do que chamamos de universo temático do povo ou o conjunto de seus temas geradores. (FREIRE, 2016, p.147)

Na medida, porém, em que, na captação do todo que se oferece à compreensão dos homens, este se lhes apresenta como algo espesso que os envolve e não chegam a vislumbrar, se faz indispensável que sua busca se realize através da abstração. (FREIRE, 2016, p.161)

Esse processo Freire chama de codificação, ou seja, o movimento do concreto espesso para o abstrato, para que depois haja a descodificação que é o movimento do abstrato para a percepção crítica do concreto. O concreto espesso seria formado também pelas tensões que emergem do contexto dos sujeitos e esses ainda não têm consciência da totalidade, portanto a partir da codificação essa totalidade é percebida. Dessa forma, os sujeitos estabelecem novas relações que os permitem perceber essa concretude espessa. São as diversas tensões que emergem na contradição principal da atividade, que fazem surgir a necessidade da abstração para que estas novas relações sejam realizadas, uma descensão ao abstrato, de modo que, usando essas novas relações, pode-se agir na contradição principal, ou seja, realizar uma descodificação ao concreto criticado, fazendo então uma ascensão ao novo concreto, um concreto complexificado. Porém, superadas as contradições, surgirão novas contradições e tensões, portanto voltando a ser um concreto espesso novamente, diferente do primeiro, iniciando novamente o contínuo movimento dinâmico da atividade.

Portanto os diversos temas geradores ao serem codificados, ou seja, reduzidos faz com que sejam necessárias novas relações, o que foi feito na disciplina de Física I do curso de Licenciatura em Química.

Metodologia

Para o planejamento dessa abordagem com inspiração Freireana, é necessário que se faça um levantamento dos problemas enfrentados pela comunidade da escola, buscando, assim, aqueles que são vivenciados pelos estudantes, e ao montar o currículo, pensar em como podemos, nesse caso por meio da Física, tornar o problema significativo e pertencente aos alunos que participam do curso.

A pesquisa, aqui apresentada, foi organizada em torno da disciplina de Física I do curso de Licenciatura em Química, em vinte semanas com quatro aulas semanais, os sujeitos eram os alunos do primeiro semestre do segundo ano do curso.

Os conteúdos trabalhados foram: a descrição de movimentos, a cinemática, passando pelas leis de Newton, a dinâmica, a interpretação dos movimentos através da conservação de energia e terminando com os choques entre partículas. Uma das diferenças dessa disciplina, em relação aos currículos de outras instituições, é o acréscimo da discussão de energia no meio ambiente.

Os conteúdos foram separados em quatro eixos orientadores do currículo de Física I. O primeiro eixo foi o transporte, no qual foram abordados os conteúdos de dinâmica, o segundo eixo foi segurança, trabalhando a cinemática vetorial e movimentos, o terceiro eixo era pretendido que se estudasse os conceitos de energia e trabalho relacionados à saúde e o último eixo foi ensinado energia e meio ambiente, relacionando a produção de energia e seus impactos.

Portanto a organização das aulas teve como base dois princípios, a relação com os problemas cotidianos enfrentados pelos alunos do campus, com base em aulas dialógicas seguindo alguns dos conceitos freireanos e ao mesmo tempo aulas tradicionais e expositivas para contemplar os conteúdos com maior dificuldade de se estabelecer relação com o cotidiano, dificuldade essa por se tratar de uma metodologia nova para o professor-pesquisador e também para os alunos, que em grande parte trazem como bagagem experiências de um ensino tradicional.

Para investigar nossa pergunta foram realizadas, após a intervenção, entrevistas com os alunos da turma. As questões utilizadas pretendiam contemplar a impressão pessoal com relação à disciplina de Física I e observar em que medida eles perceberam que o curso foi contextualizado com o ambiente em torno do próprio instituto.

Foram gravados relatos de quatro grupos, totalizando a participação de oito alunos. A conversa foi realizada com representantes dos grupos que construíram painéis expostos no final do curso.

Resultados

Os resultados encontrados foram respostas dos alunos as questões do professor-pesquisador sobre o que ficou da disciplina de Física I para eles, onde os conhecimentos ali desenvolvidos foram aproveitados por eles, em quais outras atividades aqueles conhecimentos foram utilizados para interpretar outros objetos que não aqueles das atividades desenvolvidas no campus.

No seguinte trecho, duas alunas relatam como a Rodovia Presidente Dutra após as aulas de física se transformou para elas. As ações eram organizadas de forma que para acessar os conceitos físicos de encontro de movimentos, leis de Newton, entre outros, foi utilizado como mediador a rodovia, após um novo significado desses conceitos eles podem fazer o caminho contrário, se tornando mediadores em outras situações, os conceitos físicos complexificaram a relação com a rodovia que os sujeitos possuíam, sendo um concreto criticado agora.

M: Ah, a Dutra nunca mais foi a mesma. E: A Dutra. Ela mudou. M: A Dutra nunca mais foi a mesma.

P: É mesmo? Mas por quê?

M: Porque assim tem outro significado.

E: A Dutra era nosso exemplo preferido, tudo acontecia na Dutra. E agora quando a gente olha a Dutra, a gente observa, ela, de um jeito diferente.

M: É, a gente lembra das coisas que a gente fez na Dutra, e tal e dos carros e tal, porque a gente trabalhava muito com carro, porque era movimento. E: Tudo acontecia com carro. M: Ai, a gente passa na Dutra todo dia, mas aí ela nunca mais foi a mesma, legal.

A rodovia com a própria aluna diz nas suas palavras tem outro significado, com os novos conceitos ampliados, esses diferentes dos que o professor-pesquisador tem com a rodovia, as alunas passam a perceber coisas que antes passavam despercebidas no seu cotidiano, esse é movimento do concreto felpudo, a Dutra possuía um sentido para as alunas que sofre uma descensão para o abstrato, por meio dos novos instrumentos, estabelecem novas relações expandindo o significado daquela rodovia para a aluna, ascendendo a um concreto complexificado, por isso a Dutra não é mais a mesma, este movimento ocorre de acordo com Freire, pois ao se problematizar a realidade dos sujeitos se estabelecem mediações e o

sujeito se torna crítico de sua realidade, nesse eterno movimento de descensão ao abstrato e ascensão ao concreto complexificado que após um tempo se torna felpudo precisando de novas relações, iniciando novamente o ciclo deste movimento.

Outra aluna começou reinterpretar uma atividade cotidiana que é lavar roupas, a qual ela provavelmente tem relações estabelecidas há alguns anos, porém através de novos mediadores desenvolvidos na atividade Física I, ela pode relacionar essa atividade antiga com os conceitos que via em sala de aula e nas ações da disciplina.

J: [...] a gente fazia uns exercícios assim, a gente relacionou bastante com o dia-a-dia, né? Agora sempre que eu estou na máquina de lavar, eu fico vendo ela centrifugando e lembro lá da força.

A aluna conseguiu entender que um conceito físico não faz mediação em apenas uma atividade, mas este conceito é uma generalização de um fenômeno que ocorre na natureza, portanto em diversas atividades, estabelecendo essa relação com uma atividade na sua casa faz com que ela consiga expandir o significado que ela possui de força centrípeta, agora a atividade de lavar roupa para ela é outra, devido ao novo instrumento mediador.

As alunas também fazem o uso desses novos instrumentos que possuem um significado maior do que apenas um conceito abstrato da física, agora este conceito é um instrumento que faz mediação com o objeto segurança no trânsito, engajando-as em atividades de outros sujeitos, como no seguinte trecho da entrevista.

G: Eu me lembrei de uma vez. Meu irmão ia descer pra Caraguá, aí eu me lembrei daquela aula que o senhor deu que calcula o raio entre a montanha e a pista e aí eu comentei com ele sobre isso.

Essa ação relatada pela aluna se deu numa aula em que discutíamos motivos de acidentes nas estradas, chagando nos limites de velocidades diferentes em trechos da estrada que são retas e trechos de curvas, tornando um problema como se definem esses limites, o que gerou uma investigação de qual seria o raio de curva necessário para realizar uma curva com determinada velocidade, levando em conta o atrito dos pneus com o asfalto. Esse fato fez com que se voltasse à atenção para as estradas em serras, comuns na região do vale do Paraíba, pois os raios de curvatura são em geral pequenos, fazendo com que as velocidades para realizar a curva sejam baixas comparadas a outras estradas. Todas essas mediações foram internalizadas pela aluna e com isso buscou conscientizar seu irmão sobre os riscos e perigos de estradas desse tipo.

Conclusão

Os conceitos freireanos como situação-limite, inédito viável, ato-limite, universo temático, temas geradores, entre outros, contribuíram para que se estabelecesse uma metodologia potencialmente transformadora, que já foi amplamente usada em intervenções pedagógicas, pois o objetivo de tal pedagogia é que os sujeitos participantes se tornem conscientes de seus problemas e possam agir sobre eles com a ajuda dos conteúdos escolares.

Na intervenção realizada, os alunos não poderiam escolher os conteúdos, uma vez que as regras da atividade eram de que os conteúdos programáticos seguissem a ementa da disciplina no plano político pedagógico do curso de

Licenciatura em Química. Em razão disso, foi chamado, até aqui, de uma intervenção com inspiração freireana e não de uma intervenção freireana. Em dois momentos, entretanto, houve a perturbação trazida pelos alunos de outras atividades para a disciplina de Física I.

O primeiro momento ocorreu durante as discussões sobre os motivos de acidentes, em que a intenção do professor era ensinar os conceitos das leis de Newton, porém, uma aluna perguntou sobre o porquê havia tombamentos de caminhões na Rodovia e relatou um caso de tombamento que aconteceu com alguém próximo a ela. Neste momento, alguns conceitos físicos como Torque e Centro de massa precisaram ser incluídos nas ações da disciplina, não só pela pergunta da aluna, mas pelo engajamento da maioria dos alunos, uma vez que esse tipo de acidente é uns dos mais comuns na região. O segundo momento aconteceu durante uma roda de conversa sobre os problemas de acesso dos alunos ao instituto, em que as alunas demonstraram preocupação com o assédio. Durante esses dois momentos os alunos junto ao professor-pesquisador que definiram qual seriam os conteúdos da disciplina tornando a intervenção mais próxima à metodologia freireana de pedagogia crítica.

O sentido dos conceitos físicos foi ampliado para os alunos que participaram do curso, fazendo com que eles utilizassem de maneira correta esses conceitos para interpretar outras atividades do seu cotidiano, como dirigir, lavar roupa, entre outros exemplos percebidos pela pesquisa. Alguns alunos perceberam e relataram que o modo como a disciplina foi ensinada difere muito de colegas que estavam estudando Física I em outras instituições, com isso o objetivo da abordagem freireana foi atingido também nesse aspecto de se distanciar de uma educação bancária na qual o aluno é passivo.

Referências

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 60ªed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FREIRE, P. *Educação Como Prática da Liberdade*. 38ªed. São Paulo: Paz e Terra, 2014.

DELIZOICOV, D. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, julho, 2008. v.1, n.2, p.37-62.

FONSECA, K. N., MILLI, J. C. L., SOLINO, A. P. E GEHLEN, S. T. Milton Santos e Paulo Freire na educação em ciências: a forma-conteúdo expressa no tema gerador. *Investigações em Ensino de Ciências – 2018 v.23 (2)*, p.331-351.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. *Física*. São Paulo: Cortez, 1990.

ZAUITH, G. E HAYASHI, M. C. P. I. A influência de Paulo Freire no ensino de ciências e na educação CTS: uma análise bibliométrica. *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, 2013, nº49, p.267-293.

SANTIAGO, Arthur Vinícius Resek. *Proposição para uma perturbação na rede de atividades por meio de uma intervenção freireana em um curso de formação de professores*. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Acesso em: 2020-02-25.

OLHARES DE LICENCIANDOS DE FÍSICA SOBRE PAPEL DO SUPERVISOR DE ESTÁGIO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

VIEWS OF UNDERGRADUATES IN PHYSICS ABOUT INTERNSHIP SUPERVISOR: AN EXPLORATORY STUDY

Karine Karsten¹, Jeimeson Roberto França², Raquel Maistrovicz Tomé Gonçalves³, Ivanilda Higa⁴

¹ UFPR/PPGE, karstenkarine@ufpr.br

² Colégio Estadual Pedro Macedo, jeimeson.franca@escola.pr.gov.br

³ Colégio Estadual Jayme Canet, raquelmtome@gmail.com

⁴ UFPR/DTPEN/PPGE, ivanilda@ufpr.br

Resumo

Tem como objetivo geral compreender a visão que alunos da Licenciatura em Física, em estágio de docência, possuem acerca do papel do professor supervisor do estágio em sua formação profissional, sendo um estudo exploratório que é parte de uma pesquisa¹ mais ampla. A análise é baseada nas dimensões da profissionalidade do professor e as concepções de professor como Especialista Técnico, Reflexivo e Intelectual Crítico (Contreras, 2012). De natureza qualitativa, o estudo foi desenvolvido a partir de um questionário respondido por 8 estagiários. As análises permitiram ressaltar três perfis nas visões dos estagiários: Elementos de Profissional Reflexivo com duas dimensões da profissionalidade do professor (um estagiário), Elementos de Profissional Reflexivo com uma dimensão da profissionalidade do professor (três estagiários) e Elementos de Profissional Especialista técnico com uma dimensão da profissionalidade do professor (três estagiários).

Palavras-chave: Licenciatura em Física. Supervisor de Estágio. Professor Reflexivo. Intelectual Crítico. Especialista Técnico.

Abstract

The general objective of the study is to understand the views that undergraduate Physics students, in the teaching internship, have about the role of the supervising teacher in their professional training. It is an exploratory study, part of a broader research. The analysis is based on the dimensions of the teacher's professionalism and the conceptions of the teacher as Technical, Reflective and Critical Intellectual Specialist (Contreras, 2012). Qualitative in nature, the study was developed from a questionnaire answered by 8 interns. The analyses made possible to highlight three profiles in the trainees' views: Elements of Reflective Professional with two dimensions of the teacher's professionalism (one intern), Elements of Reflective Professional with one dimension of the teacher's professionalism (three interns) and Elements of Technical Specialist Professional with one dimension of the professionalism of the teacher (three interns).

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Chamada MCTIC/CNPq N° 05/2019. A primeira autora teve apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Keywords: Physics Teachers Training, Internship, Physics, Internship Supervisor.

Introdução

A formação de professores de Física para atuar na Educação Básica (EB) é realizada em cursos de Licenciatura, de graduação plena, nas Instituições de Ensino Superior (IES) e atualmente, segundo estabelecem as Diretrizes (BRASIL, 2015), deve conter em seu currículo 400h de estágio supervisionado. Se comparada às legislações vigentes anteriores à LDBEN 9394/96, a carga horária de estágio supervisionado na formação dos professores de Física foi ampliada consideravelmente. Tal ampliação por um lado pode indicar uma maior valorização desta atividade formativa, valorização da relação teoria-prática, valorização da formação em contexto escolar, entre outros. Por outro lado, também pode indicar uma valorização da prática em detrimento da teoria, ou uma formação tecnicista, a depender de como serão implementadas as diretrizes acerca do estágio supervisionado. Assim, a ampliação da carga horária por si só não necessariamente vem valorizar o estágio na formação dos professores de Física. Essas são discussões que indicam como esta atividade formativa é carregada de contradições e enfrenta dificuldades para sua implementação.

Estas atividades na formação dos licenciandos têm sido historicamente responsabilidade dos docentes das IES, chamados Orientadores². Estes são oficialmente responsáveis, por parte da IES na definição dos objetivos, formas de desenvolvimento e avaliação dos futuros professores de Física, atividades estas nas quais os supervisores no campo de estágio (escolas de EB) em geral não tomam parte. Entretanto, considerando a relação entre as IES e a escola como espaço de formação, o estágio propicia aos licenciandos uma vivência profissional, e é junto ao supervisor que eles passam uma parte considerável de seu estágio. Portanto há que se considerar essa relação no campo profissional e que tais supervisores cumprem papel relevante, embora não oficialmente reconhecido, na formação dos estagiários de Física.

Investigações no campo de ensino de Ciências e Física chamam a atenção para o papel destes sujeitos na formação dos licenciandos. Em análise de cinquenta e dois artigos sobre estágio supervisionado, Mello (2015) evidencia que em termos de concepções teóricas, a maioria dos trabalhos defende a formação de professores reflexivos (trinta e dois trabalhos) ou crítico-reflexivos (nove trabalhos). Entretanto, sua análise também indicou que, nestes trabalhos, a parceria universidade-escola e a forma de participação dos supervisores no estágio, indicam uma relação tecnicista; sendo a autonomia dos supervisores restringida nesta atividade.

Uma vez que os licenciandos em Física passam a vivenciar de forma mais intensa o espaço e as relações com os sujeitos escolares, entendemos que é importante e propício se refletir em que medida as escolas da EB, e em especial os professores de Física do Ensino Médio, estão recebendo atenção por parte das diversas instituições envolvidas no estágio curricular, saindo desta posição invisível

² Embora discordemos dos termos, por entender que estes não expressam a complexidade do papel e atuação destes profissionais, em especial os supervisores, neste texto serão adotadas as denominações conforme a Lei 11/2008 (Brasil, 2008): “O estágio [...] deverá ter acompanhamento efetivo pelo professor **orientador** da instituição de ensino e por **supervisor** da parte concedente” (grifos nossos, p. 01).

e passando, de forma mais institucional e profissional, a ter outro papel nesta atividade do estágio supervisionado. Assim, tendo em vista discutir estas problematizações, como exploratório de uma pesquisa mais ampla, este trabalho tem por objetivo analisar as visões de estagiários de Física acerca do papel do professor supervisor em sua formação.

Fundamentos Teóricos

Contreras (2012) discute três modelos de professores (especialista técnico, profissional reflexivo e intelectual-crítico) em torno de três dimensões (Obrigação Moral, Compromisso com a comunidade e Competência profissional), que permitem refletir sobre os atributos da profissão do professor. A junção dessas dimensões em um dado modelo fornece um conceito da autonomia profissional, representando uma diferenciação de três tipos de profissionais. Utilizamos esses elementos para a análise pretendida. O quadro seguinte resume as características mencionadas:

		Modelos de Professores		
		Especialista técnico	Profissional Reflexivo	Intelectual crítico
DIMENSÕES DA PROFISSIONALIDADE DO PROFESSOR	Obriga-ção moral	Rejeição de problemas normativos. Os fins e valores passar a ser resultados estáveis e bem definidos, os quais se espera alcançar.	O ensino deve guiar-se pelos valores educativos pessoalmente assumidos. Definem as qualidades morais da relação e da experiência educativas.	Ensino dirigido à emancipação individual e social, guiada pelos valores de racionalidade, justiça e satisfação.
	Com-promis- so com a comu-nidade	Despolitização da prática. Aceitação das metas do sistema e preocupação pela eficácia e eficiência em seu êxito.	Negociação e equilíbrio entre os diferentes interesses sociais, interpretando seu valor e mediando política e prática entre eles.	Defesa de valores para o bem comum (justiça, igualdade e outros). Participação em movimentos sociais pela democratização.
	Com-petên- cia profis-sional	Domínio técnico dos métodos para alcançar os resultados previstos.	Pesquisa/reflexão sobre a prática. Deliberação na incerteza acerca da forma moral ou educativamente correta de agir em cada caso.	Autorreflexão sobre as distorções ideológicas e os condicionantes institucionais. Participação na ação política transformadora
Concep-ção da Autonomia profissio-nal		Autonomia como status ou como atributo. Autoridade unilateral do especialista. Não ingerência. Autonomia ilusória: dependência de diretrizes técnicas, insensibilidade para os dilemas, incapacidade de resposta criativa diante da incerteza.	Autonomia como responsabilidade moral individual, considerando os diferentes pontos de vista. Equilíbrio entre a independência de juízo e a responsabilidade social. Capacidade para resolver criativamente as situações-problema para realização prática das pretensões educativas.	Autonomia como emancipação: liberação profissional e social das opressões. Superação das distorções ideológicas. Consciência crítica. Autonomia como processo coletivo (configuração discursiva de uma vontade comum), dirigindo à transformação das condições institucionais e sociais do ensino.

Quadro 1 - A autonomia profissional de acordo com os três modelos de professores. Fonte: Contreras (2012)

Fundamentos Metodológicos

Por analisar concepções de sujeitos, não tendo hipóteses previamente definidas, o estudo é de natureza qualitativa (FLICK, 2009). Como instrumento de trabalho empírico, utilizou-se um questionário, que consideramos adequado a um

estudo exploratório. O questionário contém um número de questões apresentadas por escrito aos sujeitos, que quando respondidas, tendem a apresentar o interesse dos pesquisadores, sendo bastante relevante para obter informações de um grupo de pessoas (CHAER, DINIZ e RIBEIRO, 2011). O questionário foi elaborado conjuntamente entre orientadores, supervisores de estágio e estudantes de pós-graduação participantes da pesquisa. Contendo nove questões, o questionário foi organizado em três eixos: a) formação e experiências escolares prévias; b) concepções sobre papel da escola e escola pública; c) expectativas e visões sobre papel dos professores de Física, dos alunos na escola e acerca do supervisor de estágio, na sua formação profissional.

Neste trabalho serão analisadas as respostas dos licenciandos à questão sobre as concepções/expectativas acerca do papel do supervisor de estágio na formação profissional dos estagiários, qual seja: “Antes de ingressar no estágio, o que você pensava sobre o papel do professor supervisor da escola em sua formação profissional? Algo mudou em sua percepção? Comente”. Analisamos alguns discursos dos estagiários sobre o papel do supervisor em sua formação, e a partir dos elementos principais, buscar-se-á compreender indícios acerca da profissionalidade desse profissional, na visão destes estagiários.

Análises e Resultados

Breve perfil dos sujeitos (estagiários licenciandos em Física)

Os questionários foram respondidos por licenciandos em Física, aqui denominados ALF, ELI, EMA, RUI, GIL, MAX, TOM, POU e CAL³, que estavam desenvolvendo seu estágio de docência. CAL, por não ter expressado sua visão sobre o tema, não será incluído neste trabalho. Enquanto os sete primeiros já haviam iniciado o estágio, o último (POU) estava iniciando seus trabalhos em campo. Três desses licenciandos (POU, EMA e RUI) cursaram o Ensino Médio em escola pública de EB e cinco (TOM, GIL, ALF, ELI, MAX) em rede privada. Quatro cursaram o Ensino Médio regular e quatro (todos oriundos da rede privada) realizaram um curso técnico concomitantemente ao Ensino Médio.

Todos os estagiários, com exceção de EMA, têm lembranças positivas de seus professores de Ensino Médio (EM). Eles possuem elementos em suas falas que demonstram a surpresa com alguns experimentos e atividades desenvolvidas nas aulas de Física, enquanto estudantes. Embora quase todos tenham mencionado experiências positivas, cabe comentar que GIL mencionou alguns erros conceituais e uma forte tendência matemática na sua experiência com a Física durante o EM.

A visão dos estagiários sobre o papel do supervisor em sua formação

De forma geral, percebeu-se que os sujeitos atribuem funções técnicas (tutor, guia, acompanhar o desenvolvimento do estagiário, apoio nas atividades do estagiário, ajudar na formatação de aulas) aos seus supervisores de estágio. Alguns elementos que extrapolam esta concepção, não tão relacionados à função técnica, foram: conhecimento sobre a profissão; carreira; visão de um professor como profissional; e supervisor que participa da avaliação do trabalho do estagiário.

³ Nomes fictícios atribuídos aos participantes da pesquisa como forma de preservar suas identidades.

Para realizar a análise à luz do referencial teórico (Contreras, 2012), as concepções dos estagiários serão aqui organizadas em três diferentes perspectivas: Na primeira, encontramos a presença de elementos de um *Profissional Reflexivo* com **duas dimensões** da profissionalidade do professor (GIL); *na segunda*, encontramos a presença de elementos de um *Profissional Reflexivo* com **uma dimensão** da profissionalidade do professor (ELI, TOM e POU); por fim *na terceira e última*, trazemos aqueles estagiários (EMA, RUI e MAX) que expressaram o papel do supervisor com elementos de um *Especialista Técnico*, também com **uma dimensão** da profissionalidade do professor.

1º Elementos de um Profissional Reflexivo com duas dimensões da profissionalidade do professor

Antes e depois de realizar o estágio, GIL tinha uma visão centrada em elementos que tendiam para o profissional como reflexivo. Seu discurso apresentou aspectos que consideram esse profissional como um sujeito pensante, que guia o processo de aprendizagem, e com o qual se estabelecem negociações importantes. Tal percepção pode ser extraída do excerto a seguir, no qual destacamos algumas palavras de GIL que tem um sentido de participação ativa do supervisor.

[antes de ingressar no estágio] *Achava que supervisor tinha um papel próximo a de um gestor (como se ele fosse um chefe e você o estagiário), onde teríamos diversas atividades ali presentes, as quais devíamos produzir uma documentação e a aplicação, tudo isso sendo amparado e avaliado por ele, para gerar um debate sobre as melhorias possíveis e promover um processo contínuo de aprendizagem e evolução.*

[depois que iniciou o estágio] *Mudou muita coisa, pois além desse papel de tutor o supervisor teve um papel muito importante para como eu vejo a profissão de professor, promoveu debates sobre a realidade educacional e diversos fatores que envolvem ela, as quais nunca havia tido durante a graduação, me trouxe mais próximo da realidade e das situações que vivenciarei.*

Percebemos que GIL atribui valores morais e de justiça ao utilizar os termos como *gestor, gerar debate sobre as melhorias possíveis, amparado e avaliado*, que pertencem às dimensões citadas por Contreras (2012) articuladas ao Compromisso com a comunidade e Obrigação Moral, em uma categoria de Profissional Reflexivo.

2º Elementos de um Profissional Reflexivo com uma dimensão da profissionalidade do professor

Em relação a dimensão da profissionalidade, percebe-se nas respostas de ELI, TOM e POU elementos do papel do professor supervisor como profissional reflexivo na dimensão de Obrigação Moral (CONTRERAS, 2012), com caráter técnico. Ligado ao aspecto da qualidade moral da relação supervisor-estagiário, TOM escreve que “conseguimos ter outras visões da profissão” com características da experiência educativa. Outra condição, referida por parte de POU, descreve o papel do supervisor em desenvolver e verificar “atividades do estagiário/a, tanto no processo de ensino quanto na preparação das aulas”. Este aspecto é também relatado por ELI: “a possibilidade de avaliarmos com ela as apresentações dos alunos” trazendo a experiência interativa do estagiário conduzida no contexto escolar, ao participar do processo avaliativo com o supervisor.

Considerando a abrangência desta dimensão, Contreras (2012) diz que este

aspecto moral da relação de ensino está ligado à dimensão emocional, a qual está presente em toda relação educativa, com pessoas concretas sobre as quais se pretende exercer uma influência. Esses exemplos citados pelos estagiários de Física demonstram ainda um compromisso com habilidades técnicas e parecem estar ligados ao modelo de autonomia ilusória, que segundo Contreras (2012), sugere “dependência de diretrizes técnicas” inerentes para o desenvolvimento da ação educativa legitimados em sua profissionalização desde o mundo acadêmico.

3º Elementos de um Profissional Especialista Técnico com uma dimensão da profissionalidade do professor

EMA, RUI E MAX trazem em seu discurso concepções sobre o papel do professor, tanto antes quanto depois de iniciado o estágio, com elementos de uma única dimensão: a de Competência Profissional. Eles não atribuem ou trazem elementos, ainda que tímidos, acerca da obrigação moral e do compromisso com a comunidade para a função do professor supervisor.

A própria ausência das dimensões de Obrigação Moral e Compromisso com a comunidade já é um indicativo da compreensão do professor como especialista técnico. Afinal, a rejeição de problemas normativos, a estabilidade dos valores e a despolitização citadas por Contreras (2012) são implícitas na fala dos estagiários quando não há menções sobre essas questões ao olhar para o professor supervisor de estágio. Contreras (2012) sinaliza que os princípios do trabalho docente não podem ser compreendidos distante de bases sociopolíticas que dão respaldo a própria instituição escolar e estão ligados a interesses políticos que podem ser tecnocráticos.

Na resposta de RUI, o papel do supervisor seria

“dar apoio nas ideias do estagiário” (RUI).

Nas palavras de EMA,

*O professor supervisor seria o nosso próprio professor em **assuntos do dia a dia da escola, como planejamento, chamada, relação com a diretoria e pedagogia, etc. Acabei aprendendo muito também com a experiência de vida do professor supervisor, que já atuou em diversas áreas.** (EMA).*

As palavras destacadas sugerem que EMA parece somente receber informações, sem discuti-las ou sem o supervisor adotar essa postura com a estagiária⁴.

A forma que ambos estagiários se manifestaram indica uma visão do professor como aquele que auxilia como um manual de instrução “se ocorrer ou precisar disso, faça aquilo”, sem intervenções previamente intencionais para gerar debates e pensamentos reflexivos sobre a escola. O professor na visão de EMA assume uma postura de técnico a fim de mostrar como funciona, e não o porquê funciona assim, ou como deveria ou poderia funcionar, a depender das finalidades que se assume sobre a escola e o ensino. Como assinala Mello (2015) o domínio técnico é apenas uma das facetas da atividade docente. Entretanto, convém analisar em que medida os professores supervisores estão presos aos sistemas de

⁴ Poder-se-ia argumentar que a menção de EMA à experiência de vida do professor extrapole o viés técnico, mas pelo extrato não é possível compreender em que sentido tal experiência lhe gerou aprendizagens, portanto não será aqui explorada tal menção, pois para tal seria necessário investigação adicional.

controle burocrático e técnico de seu trabalho como ressalta Contreras (2012) e ainda se esses educadores percebem os limites e intenções dos modelos técnicos que envolvem as relações supervisor-estagiário, bem como, seu papel concreto no processo formativo do estagiário.

Considerações Finais

Identificou-se nas respostas dos licenciandos que as funções do professor supervisor de estágio são descritas predominantemente pelo viés de aspectos e habilidades técnicas de profissionalismo, dentro de uma concepção ilusória (Contreras, 2012) da autonomia do professor, uma vez que esteve muito presente a dependência das diretrizes técnicas na fala dos estagiários. Não surpreende que elementos desta natureza tenham sido atribuídos ao papel do supervisor de forma expressiva pelos licenciandos, pois tais elementos também fazem parte do princípio formativo de seu trabalho. Entretanto, chama a atenção o fato de que elementos do perfil de um professor intelectual crítico não tenha aparecido de forma mais expressiva nas respostas destes estagiários em Física.

Dentre os fatores que contribuem para esta percepção, apresentam-se: as expectativas institucionais sobre a formação do estagiário durante o estágio na EB diante das expectativas do estagiário para sua formação profissional e cumprimento de protocolos pré-estabelecidos; a forma com que o professor supervisor entende seu papel durante o estágio, recebe e se relaciona com o estagiário (talvez sugerindo tão somente desenvolver atividades previstas nas regulamentações curriculares de cada instituição); e a leitura que o licenciando faz da complexa realidade escolar no processo de construção do seu conhecimento e da sua ação pedagógica, que muitas vezes tendem a privilegiar bases de domínios tecnicistas. Como salienta Contreras (2012), os professores encontram-se em relação de dependência com respeito ao campo da especialização tecnocrática legitimada em sua profissionalização.

Caberia questionar ainda se a visão destes estagiários é calcada no que eles vivenciam/vivenciaram no estágio; se a visão técnica é tão predominante que não lhes chama a atenção a atuação dos supervisores quando estes influenciam seus trabalhos para além da técnica e ainda, o papel dos orientadores e supervisores na problematização destes aspectos. Isso extrapola, entretanto, os limites desta análise, mas é uma questão que fica a ser investigada.

Há um movimento, ainda que tímido, de mais da metade dos estagiários, para concepção de autonomia como responsabilidade moral e individual. Aprofundamentos desta pesquisa podem permitir analisar essa tendência.

Ressaltamos ainda que embora para um estudo exploratório o questionário tenha se mostrado um instrumento adequado, a investigação sobre o tema pode e deve ainda ser ampliada e aprofundada, utilizando-se outros instrumentos e trazendo à tona outras relações, como por exemplo, melhor compreender o contexto, o perfil e a atuação dos supervisores com os quais estes licenciandos desenvolvem seus estágios, bem como a visão tanto dos orientadores, supervisores e estagiários sobre os fins da educação, o papel da escola e do ensino de Física na formação dos estudantes da EB. Afinal, os estagiários estão num processo de desenvolvimento mergulhados num amálgama formado por todos

esses elementos citados, que se influenciam mutuamente.

Finalmente, reconhecendo os limites, mas também as potencialidades desta análise, ressaltamos que a contribuição deste tipo de resultado para a área de formação de professores de Física é importante pelo menos em dois sentidos:

Por um lado, indica que é preciso buscar compreender que elementos da formação e subjetividade destes licenciandos em Física têm levado a este tipo de resultado e ainda, empenhar esforços para suscitar outros sentidos nos estagiários sobre a profissão docente, superando a dimensão do Especialista Técnico, em direção a outras concepções.

Por outro lado, este trabalho também contribui no sentido de problematizar e trazer visibilidade acerca do papel que os professores supervisores têm (ou não) desempenhado na atividade de estágio supervisionado. Não é a busca por sobrecarregar ainda mais um professor de Física, atribuindo-lhe funções extras na supervisão, mas reconhecer que a formação dos licenciandos em Física no estágio curricular pode e porque não, deve ser uma atividade colaborativa, com importantes contribuições dos supervisores em seu desenvolvimento.

Ainda, que tanto estagiários, quanto supervisores e orientadores estejam em desenvolvimento profissional nesta atividade, que é coletiva (Mello, 2015). É, também, um esforço no sentido de reivindicar que seja reconhecida a colaboração dos supervisores na atividade formativa, provendo-lhes condições concretas para exercer este importante papel na formação dos licenciandos em Física, afinal, esse reconhecimento pode ser crucial como uma parte do processo de criação do espaço necessário à visão de um professor supervisor como sujeito com autonomia como emancipação, como discutido por Contreras (2012).

Referências

- BRASIL. Lei n. 11.788, de 25 de setembro de 2008. **Dispõe sobre o estágio de estudantes e da outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 set. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11788.htm>. Acesso em: 26 fev. 2020.
- BRASIL. Parecer CNE/CP nº 2/2015, de 09 de julho de 2015. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>>. Acesso em: 26 fev. 2020.
- CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.
- CONTRERAS, J.D. **A autonomia de professores**. São Paulo: Ed. Cortez, 2012.
- FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- MELLO, A. C. R. de. Desenvolvimento profissional do professor supervisor de estágio durante a socialização com os estagiários de Ciências Biológicas. **Dissertação**, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

A CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO PARA A FORMAÇÃO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM FÍSICA QUE JÁ PARTICIPARAM DO PIBID

THE CONTRIBUTION OF THE INTERNSHIP FOR THE FORMATION OF THE TEACHING IDENTITY OF LICENSING STUDENTS IN PHYSICS THAT HAVE ALREADY PARTICIPATED IN PIBID

Karine Karsten¹, Ivanilda Higa²

¹Universidade Federal do Paraná/PPGE, karstenkarine@ufpr.br

²Universidade Federal do Paraná/PPGE/DTPEN, ivanilda@ufpr.br

Resumo

Neste artigo¹ estudam-se as contribuições do Estágio Supervisionado (ES) e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) na formação de licenciandos em Física que vivenciaram estas duas atividades formativas. De natureza qualitativa, a pesquisa foi desenvolvida por meio de entrevistas, observação participante e documentos produzidos pelos licenciandos nas unidades curriculares em que desenvolveram o estágio de docência. Buscam-se indícios dos sentidos atribuídos por eles ao ensino e à docência em Física. Neste trabalho são explorados os resultados da análise de três licenciandos: Gil, Max e Eli. Enquanto Gil vê o PIBID com uma ênfase mais técnica no trabalho do professor (evidenciado como derivado de uma ausência de relações sociais e culturais entre os sujeitos e o contexto), para Eli, foi o PIBID que propiciou uma visão ampliada, além da técnica, do trabalho do professor. Pelas expressões dos licenciandos, o ES possibilitou uma autonomia mais intensa nas atividades relativas à docência. A análise desses casos indicam tais espaços formativos como complementares entre si, a depender das motivações e experiências dos licenciandos.

Palavras-chave: Estágio Supervisionado. PIBID. Formação docente. Licenciatura. Física.

Abstract

In this article we studied the contribution of Supervised Internship (SI) and the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships (PIBID) for undergraduates in Physics who had already taken part both activities. Of a qualitative nature, the research was developed through interviews, participant observation and other documents produced by undergraduate students in the disciplines in which they developed the teaching internship. In this work, results of the analysis of three undergraduates are explored: Gil, Max and Eli. While Gil sees PIBID with a more technical emphasis on the teacher's work (evidenced as derived from an absence of social and cultural relations between the subjects and the context), for Eli, PIBID has

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio: da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Chamada MCTIC/CNPq Nº 05/2019.

completely changed his view about teacher, and the contribution of SI is lower than that of the other interns. By the expressions of the undergraduates, the SI enabled an autonomy that they did not perceived as intense as during PIBID. In addition to opposing internship and PIBID, the analysis of these cases indicated these training spaces as complementary to each other, depending on the motivations and experiences of the graduates.

Keywords: Internship. PIBID. Teachers training. Undergraduation. Physics.

Introdução

A escola é o espaço propício para a compreensão do mundo por conceitos, e não mais apenas pelas vivências dos sujeitos, permitindo os indivíduos irem além daquilo que conseguem ter ao alcance de seus olhos (STOLTZ, 2012). O professor é o sujeito que faz a mediação desses conhecimentos em forma de conceito. Assim, ele se torna essencial no processo de constituição dos saberes de seus educandos.

O ideal de formação do professor que almejamos é o intelectual transformador, aquele que vê a escolarização como uma ferramenta para a disputa e a consolidação de um projeto social, portanto, os estudantes devem problematizar o conhecimento, dialogar e atuar como responsáveis na luta contra as injustiças sociais. Nesse sentido, a reflexão crítica e a ação ganham valor como eixos para as mudanças necessárias, tanto em nível geral quanto em nível pessoal. Dessa forma, o professor precisa conhecer a realidade dos alunos, para poder atuar com base nos aspectos contextuais daquela comunidade. (GIROUX, 1987). Entretanto, para esse tipo de desenvolvimento profissional do professor, há ações que são importantes em sua formação, e neste trabalho são feitas reflexões sobre dois espaços formativos que podem estar presente nesse processo: o PIBID e o ES².

O ES é uma atividade obrigatória para a formação de professores e vem ampliando seu espaço e importância nos cursos de Licenciatura. Todos os estudantes de licenciatura passam por esse processo formativo e nele se intensificam as relações entre a teoria e a prática, pois é um momento de inserção do estagiário em seu futuro ambiente de trabalho. O ES³ é capaz de enraizar-se nos cursos de licenciatura, fortalecendo o seu projeto político-pedagógico como um todo. Tal processo é marcado pela ponte entre a escola e a universidade, como um compromisso no qual o estagiário vai estabelecer parâmetros entre a sua escolha e expectativas profissionais.

O PIBID é um programa institucional com uma sólida e consolidada caminhada nacional e em alguns casos, ocorre de forma semelhante ao ES e nos mesmos espaços institucionais, porém com aporte de recursos financeiros específicos

² Tanto no ES quanto no projeto PIBID aqui estudados, há um acompanhamento dos licenciandos por um responsável na escola (supervisor) e outro na universidade (orientador), de forma que o licenciando pode vivenciar o ambiente escolar contextualizado, com possibilidades para se refletir sobre a prática docente; num processo cíclico e constante de planejamento, ação, reflexão e re-planejamentos.

³ Assim como Pimenta et al. (2018), defende-se que o estágio curricular supervisionado auxilia na desconstrução dos dogmas, fantasias e preconceitos sobre a docência ao possibilitar um olhar à luz de teorias, que permite aos estudantes uma análise crítica e fundamentada das diversas situações de ensino e aprendizagem em seus contextos.

à realização do projeto, com bolsas aos licenciandos, supervisores e orientadores participantes.

Pimenta e Lima (2019) levantam reflexões acerca desse programa com relação ao ES, algumas delas são: “Seria o PIBID um tipo de estágio ideal? Conseguiria substituir o estágio curricular? Conseguiria atribuir bolsas para todos os estudantes de licenciatura? Teria proposituras para se inserir e tornar-se um projeto institucional nas universidades e nas escolas?” (PIMENTA; LIMA, 2019, p.3).

Neste artigo, sem a intenção de opor esses dois espaços formativos (uma vez que suas condições de realização são distintas, conforme discutido por Pimenta e Lima, 2019), busca-se compreender elementos importantes nas duas experiências vivenciadas pelos licenciandos. Buscamos responder a seguinte questão: quais são as contribuições de ambas atividades à formação de estudantes de licenciatura em Física. Para este estudo, buscar-se-ão os indícios de sentidos dos licenciandos em suas participações em ambas atividades. Adota-se o conceito com base em Vygotski (2010), para o qual os sentidos são

A soma de todos os acontecimentos psicológicos que essa palavra desperta na nossa consciência. É um todo complexo, fluido, dinâmico que tem várias zonas de estabilidade desigual. O significado nada mais é do que uma das zonas do sentido, a zona mais estável e precisa. Uma palavra extrai o seu sentido do contexto em que surge; quando o contexto muda o seu sentido muda também. O significado mantém-se estável através de todas as mudanças de sentido. (VYGOTSKI, 2010, p. 144).

Os sentidos que os sujeitos atribuem à realidade os impulsionam a adotarem posturas diferentes, de acordo com o que defendem. Tal trabalho de refletirmos sobre os sentidos que os licenciandos estão atribuindo para o ES e o PIBID nos permite planejar ações mais assertivas para potencializar a formação que almejamos de intelectual transformador, por isso a importância de estudar quais foram as aprendizagens propiciadas e os sentidos mobilizados pelos licenciandos nesses contextos formativos.

Metodologia e encaminhamentos

O presente trabalho é um estudo de caso desenvolvido em uma universidade pública. Por buscar indícios dos sentidos construídos pelos estudantes, que dependem das complexas relações existentes entre os sujeitos, seu contexto, sua história e sua subjetividade, a metodologia de pesquisa adotada é a qualitativa.

Serão discutidos resultados da análise de três discentes do curso de Licenciatura em Física: Gil, Max e Eli, que possuíam 25, 21 e 22 anos de idade, respectivamente. Todos já haviam participado do PIBID⁴ e estavam cursando as disciplinas denominadas Prática de Docência⁵ I e II no período de realização desta

⁴ Pelo relato dos sujeitos, o projeto do qual eles participaram era desenvolvido com reuniões periódicas com discussões coletivas, elaboração de propostas de ensino teoricamente fundamentadas, a implementação das propostas em sala de aula, e o incentivo a escreverem artigos e participarem de eventos.

⁵ Essas duas disciplinas ocorrem em semestres consecutivos e estão localizadas no sétimo e oitavo períodos do curso, com de 105 horas/aula cada, divididas em um encontro de meio período na universidade e um período completo na escola de rede básica de ensino, semanalmente. Na universidade se discutiam relações escolares, planejamentos de aula, e questões relativas a um projeto

pesquisa, disciplinas estas nas quais são desenvolvidos os estágios supervisionados de docência.

Por instrumentos de pesquisa, utilizamos entrevista semiestruturada individual, questionários, observações participante, bem como documentos⁶ produzidos pelos sujeitos ao longo dos dois semestres. Para analisar os dados empíricos obtidos inicialmente, observamos todo o material de cada um dos estagiários, um por vez. A seguir, apresentamos as análises para cada estagiário.

Gil

Gil entrou na licenciatura com o desejo de ser professor, porém, por vários motivos foi desanimando da carreira. Ele relatou algumas frustrações com o projeto PIBID do qual participou, mencionando que durante o período em que esteve vinculado como bolsista, o projeto foi desenvolvido em uma escola muito bem equipada⁷, deixando à margem outras instituições com uma realidade não tão privilegiada, impulsionando as desigualdades entre os estudantes e escolas. Em suas palavras: “eu sinto que esses programas de extensão da faculdade tinham que atingir escolas que realmente precisam, sabe, de uma mudança, de um projeto diferenciado a aplicação de uma metodologia, uma visão nova...” (GIL, Entrevista 1). Esta fala indica uma preocupação de atuação social da universidade nas escolas, por parte de Gil.

Segundo Gil havia uma ausência de relações que permitissem ao pibidiano conhecer os estudantes para os quais se propunham os projetos, antes de realizá-los; o trabalho pelo programa possuía muita burocracia para a implementação das propostas; e por fim a quantidade de trabalhos solicitados sem considerar os elementos culturais do contexto e as vontades dos próprios licenciandos em manifestar sua criatividade sobre determinados temas.

Questões burocráticas da escola em que Gil participava no PIBID também o desanimaram. Segundo ele, a escola se colocava contra qualquer ideia que fugisse do padrão já estabelecido. Dois projetos que ele havia planejado foram impedidos de serem desenvolvidos e para Gil isso foi frustrante. O estágio se tornou, então, uma superação a essa frustração, pois ele conseguiu aplicar a proposta elaborada. Em suas palavras:

*Faço PIBID e confesso que **entrei para ter uma visão diferente sobre a docência**, contudo percebo o quanto as **burocracias, cobranças e falta de tempo dos supervisores prejudicam o andamento e produção do projeto**, me frustrando muitas vezes **por não conseguir aplicar materiais que planejava**. Minha maior alegria foi ver a empolgação de vocês quando mostramos os projetos para aplicar [no caso do estágio] e principalmente o*

de ensino e pesquisa que os estagiários deveriam desenvolver.

⁶ Os documentos analisados neste artigo são dois: 1º Relatórios individuais (produzidos ao término das experiências de estágio) e; 2º Cartas escritas no final da Prática de docência I, contando para outro colega como estava sendo o seu estágio, descrevendo seu destinatário e expressando os elementos aquilo que mais lhes chamou atenção durante o processo.

⁷ É preciso atentar que cada instituição, apesar de apresentar semelhanças, desenvolve o ES e o PIBID de forma própria. Nem todos os projetos no PIBID buscam escolas com boa infraestrutura (como no caso mencionado por Gil); e há diferentes supervisores e orientadores que interferem nesse processo.

incentivo vindo por todos, em especial do Professor da escola que aceita todos os desafios. (GIL, Questionário 2).

Pela busca desse licenciando em trabalhar na realidade que vivencia e modificá-la, a abertura e flexibilidade de ambos os professores (orientadora e supervisor) às ideias de Gil durante o estágio tornaram-se algo muito importante para sua formação. Com essa flexibilidade, os professores permitiram que o estagiário trouxesse sua bagagem para seu planejamento e ações, e foram contribuindo no aperfeiçoamento do projeto que ele desejava desenvolver.

Outra questão pontuada pelo estudante foi a importância de ter tempo para realizar observações e diagnósticos sobre a escola e seus alunos, antes de implementar uma proposta de ensino e pesquisa:

*Eu via a docência muito como **uma relação extremamente profissional**, sabe. Como se eu tivesse trabalhando na indústria igual eu era, de sei lá, **cumprir meta, cumprir prazo**, essa relação estritamente profissional. Após a docência no PIBID eu não consegui tirar muito isso, porque no PIBID tem **muita cobrança** para você ter um projeto “Esse projeto você tem que **me entregar tal coisa, tem que fazer isso, tem que fazer aquilo, tem que gerar o resultado**, você tem que fazer uma análise, não sei o que, não sei o que; e a gente às vezes esquece muito da relação professor espaço, relação professor aluno, que foi justamente a gente debateu no começo e que quando eu comecei a frequentar a escola, sem ter tantas obrigações para cumprir lá, fazer um projeto, alguma coisa eu consegui sentir melhor. Que **a gente precisa ter uma relação com o aluno, a gente precisa identificar a realidade do aluno, conhecer o aluno, saber o nome dele, saber o que que ele gosta, saber se ele vai chega atrasado todo dia ou não chega**. Esse tipo de **situações eu nunca tinha vivenciado** e isso fez eu **mudar completamente a minha visão sobre a docência**. Eu acredito que a **docência ela ocorre de uma maneira correta, de uma maneira ética, se você conseguir respeitar todas essas relações né. E daí eu consegui tirar um pouco essa visão tecnicista do professor e entender que o professor tem um papel mais fundamental**. (GIL, Entrevista 1).*

O estágio propiciou um espaço para conhecer a escola e seus sujeitos, caso não o tivesse propiciado, dificilmente se estabeleceria uma relação dialética e sim uma necessidade de implementação tecnicista. A partir dessa atividade, o estudante passou a desenvolver um olhar mais humano e consciente para as relações que ele deveria levar em conta no seu planejamento.

O tempo de permanência de Gil na escola, com uma etapa inicial de observador, posteriormente realizando uma pequena intervenção e por fim, desenvolvendo todo o Projeto de Ensino e Pesquisa foi muito importante para este estagiário. Argumentamos a favor de um tempo de observação na escola, não passiva, mas com orientações e auxílio na problematização no olhar do estagiário ao se inserir em um contexto escolar. Afinal, através dessa atividade de observação Gil mobilizou muitos sentidos importantes para a docência, para além do que havia mobilizado no PIBID.

Max

Assim como para Gil, um dos elementos que possibilitou Max desenvolver outros sentidos (durante o ES) ao o que ele já tinha vivenciado e construído com o PIBID, foi o número de aulas implementadas, que compunham um ciclo de aprendizagem e o tempo de contato com as turmas e professores. Ele comenta que,

se comparadas ao estágio, no projeto PIBID do qual participou teve poucas e pontuais intervenções na sala de aula. Em suas palavras:

*No PIBID a gente fazia **intervenções pontuais**, claro, sempre tentando trazer ideias inovadoras, mas **no estágio temos que acompanhar uma ou algumas turmas durante o semestre** junto com nossos professores supervisores. Por isso acho que talvez no estágio temos mais responsabilidades e até mesmo uma **maior aproximação com a verdadeira experiência que teremos quando nos formarmos**. (MAX, Entrevista 1).*

*Ministrar um “ciclo” todo de aulas foi sem dúvida a **experiência do estágio que mais acrescentou em minha vida**. Poder iniciar um conteúdo, explorar as **concepções prévias** mais puras, **guiar os alunos pelo caminho que mais lhe interessa**, em seguida **obter um feedback** direto e ter que **se adequar às falhas e acertos**, **aplicar avaliações** e ver seus resultados são algumas das situações que posso destacar e que me trouxeram uma enorme satisfação no decorrer desta matéria. (MAX, Reflexões Individuais).*

Experienciar a realidade escolar da maneira que Max apresenta é basilar para formar um bom professor. Portanto, manter esse tempo de permanência na observação escolar, com pequenas intervenções e uma posterior implementação do planejamento de um ciclo de aprendizagem, desde a introdução até a avaliação de um tema, se torna essencial para a formação dos sujeitos. Max comenta sobre essas etapas e como seu foco vai mudando de acordo com a postura que ele assume no ES. Em suas palavras:

*Enquanto **observadores**, o ponto principal era a **professora** (pelo menos pra mim), porque era nela e no modo que ela dá aula que **eu me baseava para planejar as minhas aulas**. Primeiro por eu **admirar** muito o trabalho dela e segundo pra **não causar estranheza** nos alunos. **Aí, depois que começamos a ministrar a aula, o ponto principal se tornou os alunos**. (MAX, Entrevista 1).*

Chamamos atenção para a implementação da proposta de forma intencional, dialógica que leve em consideração o contexto, aspecto que também pareceu essencial para Max.

Eli

No projeto PIBID do qual participou, Eli desenvolveu projetos que envolviam a leitura de obras sugeridas pelo professor supervisor. Assim, ele explorou algumas teorias do processo de ensino-aprendizagem com diversas abordagens, que tiveram um papel significativo em sua formação. Em suas palavras “O PIBID formou boa parte do meu conhecimento sobre educação (ELI, Entrevista 1)”.

Na Educação Básica, Eli estudou em uma escola particular. Na entrevista ele comentou que a Física durante seu Ensino Médio era abordada de forma bastante matematizada. Com essa experiência, a visão que ele tinha de professor era daquele que tinha como base da disciplina a aplicação de fórmulas.

A compreensão do papel do professor que Eli tinha no começo do curso foi o empregado no seu primeiro projeto do PIBID. Entretanto, a sua compreensão do trabalho do professor de Física se transformou após ele participar do PIBID e ter uma de suas propostas com pouco sucesso. Nas palavras dele:

*Acho que antes e depois de estágio acho que não tem uma diferença muito grande, por que eu fiz parte do PIBID também, mas se eu fosse analisar antes e depois do PIBID sim, eu diria que é muito diferente. Porque **antes do PIBID eu iria ser aquele professor que passa a fórmula e conteúdo**, conteúdo,*

porque assim foi que eu aprendi com tanto que foi assim que foi o meu primeiro projeto do PIBID. Foi um desastre. E eu ELI depois do PIBID, é bem diferente eu não foco mais em tanta fórmula eu tento focar mais em fazer correlações, ligações com conteúdo e porque eu gosto bastante disso. (ELI, Entrevista 1).

O fracasso pode ter um grande potencial de desenvolvimento para os sujeitos se ele vem acompanhado de uma reflexão sobre o processo, ou seja, é uma oportunidade de recomeçar o caminho antes trilhado, alterando o seu curso, e parece que este foi o caso de Eli. Cabe chamarmos atenção para como os sentidos são desenvolvidos. Vygotski (2010) declara que esse processo necessariamente parte do que os sujeitos vivenciaram no concreto, ou seja, a abstração necessita do real para ser construída. Talvez esse seja um dos aspectos que mais contribuiu para Eli entender o PIBID como algo crucial em sua formação, foi por meio desse programa que ele teve contato com a realidade escolar em uma abordagem do ensino de Física diferente daquela mencionada por ele sobre seu Ensino Médio.

As atividades e trabalhos desenvolvidos nas disciplinas de metodologia de ensino também foram iluminando o olhar de Eli sobre a docência. Mas, segundo o licenciando, a *performance* dessas disciplinas não focava tanto o processo de ensino e aprendizagem e parecia não ter tanta proximidade com a realidade escolar quanto no PIBID.

Com as experiências e mudanças de Eli durante o decorrer do curso percebemos a importância do estudante de licenciatura em formação inicial permanecer no campo escolar desde o início de sua formação. Afinal, é um processo de desenvolvimento, que precisa de tempo e intensa relação entre o que se discute e o que se vive. Se Eli não tivesse participado do PIBID, talvez somente no seu último ano de formação, quando fosse desenvolver seu ES, ele teria a experiência e contato com o campo escolar mais efetivamente, percebendo talvez tardiamente que o modelo de professor que ele trazia realmente precisava ser superado.

Eli foi construindo suas aprendizagens e encontrou no estágio uma experiência semelhante ao PIBID, mencionando, porém, uma autonomia maior para a elaboração dos projetos de ensino e pesquisa no ES. Nas palavras de Eli:

O PIBID ele é bem como o próprio nome fala, iniciação à docência. Os professores coordenadores, eles ficam mais em cima da gente pra ajudar, pra dar dicas. Enquanto no estágio não, a gente tem uma autonomia bem maior, então mesmo sendo bem parecido os dois são bem válidos e acho que deveriam ser feitos juntos porque um complementa o outro (ELI, Entrevista 1).

Entendemos a autonomia citada pelo acadêmico como a possibilidade dele escolher e agir por si mesmo. Mencionamos, ainda, de Eli, o seguinte extrato:

É fácil dizer que esses dois semestres de Prática de Docência em Ensino de Física foram uma das melhores matérias de educação que tive durante a graduação: discussões mais aprofundadas sobre o que já foi estudado nas metodologias de ensino, as possibilidades de desenvolvimento de uma pesquisa relevante à comunidade pedagógica e científica e, não menos importante, um estudo e prática de tudo aquilo que já estudamos, ver na vida real como funcionam os conceitos que aprendemos em 4 anos de curso. (ELI, Reflexões Individuais).

Percebe-se que ambos, PIBID e ES, tiveram grande importância na formação de Eli, cada qual com suas contribuições, limites e possibilidades.

Conclusões

Pelas manifestações, observou-se três diferentes casos: para Gil o ES permitiu que ele escolhesse a escola que considerava interessante conhecer, enquanto o PIBID já tinha este espaço pré-definido, sendo uma escola mais bem equipada (no caso da experiência vivenciada especificamente por ele). As falas do estudante indicaram um sentido mais técnico no PIBID, acentuado por diferentes elementos. Neste caso, novos sentidos, para além de elementos técnicos, foram mobilizados durante o estágio. Em Max, por sua vez, percebemos que ter um tempo para conhecer os estudantes, seus contextos e elaborar um projeto que contenha um ciclo de aulas, levando em consideração esse conhecimento é algo essencial, aspecto propiciado no estágio. Já para Eli o PIBID foi muito significativo e mudou completamente sua visão de professor, e o ES, por sua vez, possibilitou uma autonomia que ele não percebia tão intensa no PIBID, complementando assim, sua vivência anterior.

De forma geral, concluímos que o trabalho no PIBID potencializou o desenvolvimento dos licenciandos durante o estágio e ambas atividades se complementaram. Indicamos ainda, a partir das questões apontadas por estes sujeitos em particular, alguns elementos importantes que devem compor ambos espaços formativos (ES e PIBID): a necessidade de nesses espaços ser dedicado um tempo para conhecer os estudantes, seus contextos e elaborar um projeto não focado em intervenções pontuais, mas que permita percorrer um ciclo de ensino aprendizagem envolvendo desde o planejamento, desenvolvimento, avaliações e replanejamentos.

Referências

GIROUX, H. A. **Escola Crítica e Política Cultural**. São Paulo: Cortez: Editores Associados, 1987.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. Estágios supervisionados e o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência: duas faces da mesma moeda? **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 24, e240001, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782019000100200&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 28 de Jan. de 2020.

STOLTZ, T. **As perspectivas construtivista e histórico-cultural na educação escolar**. 3. ed. rev., ampl. Curitiba: Ibpex, 2012. (Série Fundamentos da Educação).

VYGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

UMA APREENSÃO SOBRE A INFLUÊNCIA DE UMA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO AO ENSINO E À DIVULGAÇÃO DA FÍSICA NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS

AN APPRECIATION ON THE INFLUENCE OF A DISCIPLINE OF INTRODUCTION TO THE TEACHING AND COMMUNICATION OF PHYSICS IN TEACHER TRAINING

Khalil Oliveira Portugal¹, João Vitor Costa de Oliveira², Marcello Ferreira³

¹Instituto de Física/Universidade de Brasília, khalil.portugal@unb.br

² Instituto de Física/Universidade de Brasília, vitoroliveiracosta266@gmail.com

³ Instituto de Física/Universidade de Brasília, marcellof@unb.br

Resumo

Esta investigação de cunho qualitativo analisa a influência de uma disciplina de introdução ao ensino e divulgação da Física da Universidade de Brasília (UnB) como contribuinte para a formação inicial da identidade docente de licenciandos. Entrevistas semiestruturadas foram realizadas com os cursistas dessa disciplina após sua conclusão, em busca de concepções e evidências sobre o interesse na docência. Como categorias *a priori*, utilizou-se os Focos da Aprendizagem Docente, sustentando a análise das expressões dos estudantes sobre suas aprendizagens. Foi observado que, nesse momento inicial de aprendizagem docente, as experiências desses licenciandos como discentes, aprendendo com professores que se identificavam com a abordagem didática, são de grande importância, bem como que a maior contribuição da disciplina foi a sistematização dessas concepções espontâneas sobre a docência e esclarecimento de concepções ingênuas. Este espaço se mostra, portanto, relevante para a construção inicial da identidade docente desses estudantes.

Palavras-chave: Formação de professores; Identidade Docente; Focos da Aprendizagem Docente.

Abstract

This qualitative inquiry examines the influence of an introductory discipline of teaching and communication of Physics in the University of Brasília as a contribution to the initial formation of the teacher and the teacher identity. Semi-structured interviews were carried out with the students of this discipline after its conclusion, seeking their concepts and interest in teaching. The Strands of Teaching Learning were used as *a priori* categories to analyze how students express their learning. It was observed that in this initial learning moment, there is a great importance in their past experiences as learners, with teachers that the students identify themselves with their didactic approach; and the major contribution of the discipline was with the systematization of these spontaneous conceptions about teaching and the clarification of naive concepts. This space is important for the initial construction of the teaching identity of these teachers in training.

Keywords: Teacher Training; Teacher's Identity; Strands of Teaching Learning.

Introdução

Pensar a formação inicial de futuros professores a partir da visão deles próprios pode trazer reflexões de como é construído o desejo docente, principalmente em um tempo no qual informação pode ser obtida facilmente na internet. Inserida nesse tempo, uma disciplina de introdução ao ensino e à divulgação da Física (caracterizada como uma visão geral das suas grandes áreas de conhecimento e aplicação) pode ter o papel de sistematizar e desenvolver a identidade docente dos licenciandos, a partir da reflexão dialógica nas aulas.

Nessa perspectiva, este ensaio traz análises de algumas entrevistas realizadas com estudantes ao fim de uma disciplina dessa natureza na Universidade de Brasília (UnB), com o intuito de se entender o que pensam sobre a docência a partir das reflexões durante as aulas, contrastadas com suas experiências prévias, a fim de compreender tanto como se dá o início da formação docente desses estudantes, observando a possível contribuição que a referida disciplina poderia legar.

A construção da identidade docente

A construção da identidade docente é tema muito relevante, principalmente quando se trata de uma formação em que o profissional encontra a cada momento novos obstáculos e desafios para exercer sua atividade. A identidade é influenciada por uma série de fatores como: status, remuneração, formação, contexto histórico, mercado de trabalho e a valorização da carreira. Para Pimenta (1996), a identidade docente se constrói pelo significado que cada professor dá para a sua profissão, enquanto autor e ator, refletida na atividade docente, no seu cotidiano, a partir de seus valores, de seu modo de situar-se no mundo, de sua história de vida, de suas representações, de seus saberes, de suas angústias e de seus anseios.

A identidade docente é constantemente desenvolvida, muitas vezes antes da entrada em um curso de licenciatura. A identidade é “um processo evolutivo, um processo de interpretação de si mesmo como pessoa dentro de um determinado contexto” (GARCÍA, 2009, p. 112), sendo este contexto, para a identidade docente, não apenas a sala de aula, como a universidade.

Nessa perspectiva, a docência constitui-se de atividade que exige constante revisão sobre as suas práticas, levando em consideração seus sujeitos e respectivos saberes, história de vida, descobertas e inseguranças, manifestados na identidade do professor. Nóvoa (1997) contribui para essa discussão colocando que na construção da identidade docente é preciso que o professor aja de acordo com a atualidade vivenciada em que implica ser um sujeito crítico, reflexivo e autônomo.

Os Focos da Aprendizagem Docente

Os Focos da Aprendizagem Docente (FAD) são um grupo de categorias *a priori*, construídas por analogia a um grupo anterior de categorias, os Focos de Aprendizagem Científica (ARRUDA; PASSOS; FREGOLENTE, 2012). Foram desenvolvidos a partir da necessidade de se entender como as

crianças desenvolvem gosto por ciências e, em analogia, os FAD foram aplicados para se analisar a aprendizagem docente (Quadro 1).

Quadro 1 – Focos da Aprendizagem Docente

Foco 1: Interesse pela docência.

O estudante experimenta interesse, envolvimento emocional, curiosidade, motivação, mobilizando-se para exercer e aprender cada vez mais sobre a docência.

Foco 2: Conhecimento prático da docência.

A partir do conhecimento na ação e com base na reflexão na ação, o estudante desenvolve o conhecimento de casos, um repertório de experiências didáticas e pedagógicas que orientam a sua prática cotidiana *in actu*.

Foco 3: Reflexão sobre a docência.

Frente a novos problemas originados de sua prática, os quais não conseguiu resolver no momento em que ocorriam, o futuro professor, com base em instrumentos teóricos, analisa a situação sistematicamente, envolvendo-se com a pesquisa e reflexão *a posteriori* sobre sua prática e o seu conhecimento acumulado sobre ela, de modo a resolver os problemas inicialmente detectados. Trata-se de desenvolver a dimensão da pesquisa no futuro professor.

Foco 4: Comunidade docente.

O estudante participa de atividades desenvolvidas em uma comunidade docente, aprende as práticas e a linguagem da docência com outros professores ou futuros professores, assimilando valores dessa comunidade e desenvolvendo a reflexão coletiva.

Foco 5: Identidade docente.

O estudante pensa sobre si mesmo como um aprendiz da docência e desenvolve uma identidade como alguém que se tornará futuramente um professor de profissão.

Fonte: ARRUDA; PASSOS; FREGOLENTE, 2012, p. 32-33.

Desde sua elaboração, os FAD foram utilizados em diversas investigações para analisar expressões de aprendizes da docência e professores em serviço (ARRUDA; PORTUGAL; PASSOS, 2018).

A disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física da UnB

A disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física aqui analisada é obrigatória para os estudantes de Licenciatura em Física da Universidade de Brasília e encontra-se no segundo semestre do fluxo do curso (o estudante também pode optar por cursá-la em outro momento do curso). Seu objetivo é discutir “diferentes abordagens das concepções e funções sociais atribuídas ao ensino e à divulgação da Física” (UNB, 2018, p. 60), trazendo o papel do conhecimento em Física na sociedade contemporânea, algumas concepções de educação científica, o papel do professor e do aluno, entre outros.

Ao longo do semestre de sua oferta (com referência em 2019/2), os estudantes tiveram contato com documentos que regem o ensino de Física no Brasil e no Distrito Federal, com diferentes abordagens didáticas (como a partir da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, a investigação no ensino de Física e o uso de Tecnologias Digitais no ensino de Física), reflexões acerca da alfabetização científica e a natureza da ciência, além de discussões sobre divulgação científica, visitando também espaços de divulgação científica da cidade.

Procedimentos metodológicos

A investigação apresentada caracteriza-se como uma análise de conteúdo (BARDIN, 2011), que se constitui de uma

hermenêutica dirigida à inferência, de um esforço de interpretação nucleado em duas dimensões combinadas: (i) quantitativa – de caráter objetivo, baseada em métodos estatísticos para descrição de indicadores frequências de palavras, temas ou outras unidades de sentido; e (ii) qualitativa – de caráter subjetivo, baseada na derivação de significados e na verificação intuitiva de hipóteses (FERREIRA; LOGUERCIO, 2014, p. 35).

Entende-se que os métodos analíticos dessa perspectiva podem ser dirigidos à formulação de hipóteses e mesmo à interpretação dos contextos de produção e recepção (por suas representações) dos conteúdos que lhe são objeto. Para isso, ela deve se sustentar em objetivos claramente definidos e no construto teórico de suas evidências.

É o que aqui se propõe. As aulas da disciplina ao longo do semestre foram gravadas em áudio para posterior análise e, ao final da disciplina, os estudantes que se voluntariaram foram entrevistados com o objetivo de se compreender melhor suas concepções acerca da docência e o papel da disciplina na construção dessas concepções.

As entrevistas foram do tipo semiestruturadas, e as perguntas norteadoras da entrevista foram: (1) Conte-me rapidamente se você já fez ou está fazendo outro curso, ou se está começando na graduação agora. (2) O que você aprendeu sobre ser professor na disciplina? (3) O que diferencia um bom professor de física de um mau professor de física? (4) Qual o seu interesse por ser professor antes de entrar na licenciatura, ao entrar, ao começar a nossa disciplina e agora? (4) Quais conhecimentos você acha que um professor precisa aprender no curso de licenciatura? (5) Em um mundo em que toda a informação está na palma da mão das pessoas, qual a necessidade de um professor? (6) Você se considera um professor? Se não, quando poderá se considerar?

Após realizadas entrevistas com oito estudantes, todas foram transcritas e, para a realização desta investigação, foram escolhidas as que aparentavam evidenciar características diversas para uma análise inicial o mais ampla possível.

Resultados

A seguir são apresentadas descrições de cada uma das entrevistas analisadas, contendo trechos que ilustram e justificam a interpretação dada às expressões dos estudantes quanto aos temas abordados.

Estudante 1

A estudante 1 terminou o Ensino Médio e em seguida ingressou na Licenciatura em Física. Não possuía vivências relativas à docência antes de cursar a referida disciplina. Relata também que se interessa mais pelo Bacharelado em Física do que pela Licenciatura, mas se matriculou neste curso por não possuir nota suficiente na época para cursar aquele.

A entrevista orbitou entre expressões, em ordem decrescente de frequência, dos FAD 2, 5 4, 1 e 3 (sendo igual a frequência dos dois últimos focos). Para além da frequência de expressão dos focos, é importante também analisar o teor das falas, em termos de quão significativas são essas expressões na concepção sobre docência da estudante.

A estudante relata que a formação que teve no Ensino Básico traz exemplos relacionais entre professores e estudantes, e o quanto isso parece importante para ela. Tais expressões apontam para saberes interpessoais que o professor precisaria dominar (FAD 2), como no trecho:

[...] tive professores, como eu falei, era um colégio pequeno, então o professor de Física, por exemplo, que eu tenho certeza que eu vou me inspirar, por que as aulas dele faziam com que fosse diferente, sabe, ele trazia novas atividades, ele conversava com os alunos.

A disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física, segundo a estudante, fez com que percebesse como as ações dos seus professores tinham seus objetivos pedagógicos (FAD 4). Quando perguntada sobre como passou a compreender o papel do professor na vida dos estudantes, a estudante relatou:

Acho que o professor que eu tive, o exemplo dele, e agora minha vivência maior com a educação. Meio que eu fui conectando as coisas que ele fazia, como que eu, eu sei que posso fazer agora.

A estudante acredita que se pode considerar-se professora quando estiver em sala de aula, mesmo que como estagiária. Contudo, se entende como uma pessoa que um dia será professora (FAD 5), como quando cita a questão de gênero por ela observada na disciplina de Física:

[...] querer ver o aluno aprendendo, e fazer diferença na área da Física porque, principalmente como mulher, muitas mulheres não querem, sabe, se eu fosse professora, quando eu for professora, na verdade, eu quero fazer uma diferença [...].

Estudante 2

O estudante 2 também ingressou na Licenciatura em Física tão logo terminou o Ensino Médio. Sua vivência na docência começou na disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física e na realização de uma monitoria de Cálculo 1, concomitante à disciplina. Relata que não tinha interesse em ser professor, mas que gostava muito de Física e que ingressou na Licenciatura por conta do mercado de trabalho, já que o mesmo, para os bacharéis em Física, segundo o estudante, se encontra fragmentado.

A entrevista orbitou entre expressões, ideias e vivências acerca de suas concepções sobre a docência com frequência decrescente, a partir dos FAD, nos focos 2, 4, 3, 1 e 5 (sendo igual a frequência dos focos 1, 5.)

O estudante relata como a disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física foi importante, uma vez que não refletira antes sobre o tema, para entender e ressignificar coletivamente o papel do professor dentro de sala de aula (FAD 4). Quando perguntado sobre a concepção do estudante sobre o que é ser professor e como ela se desenvolveu ao longo da disciplina, comenta:

Acho que é uma concepção que eu já tinha em si. Mas, principalmente por causa dos nossos debates eu acho que é a nossa opinião sobre determinado assunto acaba mudando. Então, quando estava tendo debates sobre ser

professor né, vamos dizer assim, acho que começou a entrar na minha cabeça assim, e comecei a ver outras funções do professor.

Ele acredita também que o papel do professor ultrapasse as barreiras da sala de aula. Além disso relata como é necessário o professor ter uma visão além do conteúdo estrito da disciplina ministrada (FAD 2). Sobre o que se espera de um professor, o estudante acredita que:

[...] o professor é uma figura que representa experiência não só no ensino, mas na vida na sociedade. [...] eu me espelho bastante em vários professores do Ensino Médio, eu sou super inspirado neles, acho que o professor não é só para ensinar, mas também para educar, [...].

O processo de interesse pela docência também foi influenciado pela monitoria em Cálculo 1 que ajudou o estudante a repensar suas práticas a cada nova aula. (FAD 3) Tal experiência o fez lembrar de alguns professores que teve no Ensino Médio e como eles ministravam suas aulas, além de ter sua relação de interesse pela docência alterada (FAD 1), como no trecho:

[...] outro fator que me ajudou bastante também foi a monitoria, que não é Física propriamente dita, mas é uma monitoria de Cálculo 1, que me deu certo contato com ensinar ou tirar dúvidas, foi uma experiência que eu gostei bastante, simplesmente também porque eu não só tirava dúvidas, eu ia pro quadro e fazia demonstrações teóricas e tudo o mais, e sentia uma sensação boa de estar lá e as pessoas me ouvindo, já a matéria me ajudou bastante porque eu acabei vendo as funções do professor, me lembrou dos meus professores do meu Ensino Médio e passei a pensar que não é tão ruim ser professor não.

Estudante 3

A estudante 3 era discente do curso de licenciatura há mais tempo, mas devido a questões pessoais foi desligada da universidade e retornou dois semestres antes de cursar a referida disciplina. Durante o Ensino Médio participou de um projeto em que ministrava minicursos para crianças e no Ensino Superior, participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Mesmo tendo cursado vários semestres, a disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física foi a primeira em que a estudante teve a oportunidade de conversar sobre a formação e o papel do professor em sala de aula.

A entrevista tratou tanto de sua aprendizagem docente quanto da sua jornada acadêmica, com frequência, a partir dos FAD, decrescente dos focos 2, 5, 1 e 3 (sendo igual a frequência dos focos 1 e 5). Não foi observado nas falas da estudante falas do foco 4.

A estudante acredita que a didática é um fator que deve ser levado em consideração quando se pensa em um bom professor, além de entender as necessidades do aluno e conduzir o pensamento do mesmo para a resposta correta. Relata também como o acolhimento e interação por parte do professor com o estudante é importante dentro do ambiente escolar, ajudando seus alunos a desenvolverem seu pensamento científico, crítico e criativo (FAD 2):

[...] ser aberto a opiniões também, claro que nem toda aula vai aquela bagunça de falta de comunicação, o professor tem que manter uma linha, controlar a turma, mas não pode ser tão exigente, porque se não os alunos não vão querer prestar atenção [...].

O fato de a estudante estar no curso há vários semestres (somando os dois períodos em que esteve na instituição) e ainda estar cursando disciplinas introdutórias cria uma relação de interesse diferente, observada tanto pelo foco 1, quanto pelo foco 5. A estudante relata variações no nível de interesse (FAD 1), mas também que persiste em acreditar que pode se tornar uma professora (FAD 5):

[Ao receber orientação para voltar ao curso] Fui mantendo a calma, e pensei que pelo menos uma graduação eu tinha que ter, fui amadurecendo como pessoa e eu vi que não era questão de os alunos serem chatos, é uma questão de controle do professor, quando eu voltei, voltei sem interesse e fui construindo esse interesse ao longo desses um ano e meio, o projeto foi crescendo e fui me animando.

Depois que eu comecei a ler o que você [o professor da disciplina] passou da BNCC se não me engano, e aí eu tive uma aula da licenciatura que eu não lembro o nome, e vendo todas regras, todo material dá pra você construir um plano de aula muito bacana, claro que eu não vou dar um experimento em todas as aulas, mas pelo menos no início de um conteúdo. Foi quando eu pensei, porque eu estou me sentindo tão ruim, sendo que você ainda nem chegou lá, vamos, batalha para isso aí, mais ou menos assim, aí meio que melhorou.

Eu não me considero uma professora ainda não, porque na minha cabeça a partir do momento que eu sair das básicas, aí como falar que eu sou uma professora

Discussão

Aplicando-se uma análise de conteúdo do tipo categorial (ou temática), em que se processo pelo desmembramento do conteúdo, com sucessivas agrupações e reagrupações categóricas instituídas por similaridade (tendo em vista o referencial teórico e os objetivos da pesquisa), pode-se observar que as falas dos estudantes analisados apresentam algumas semelhanças, que levantam reflexões quanto a características das concepções acerca da docência nos primeiros semestres de sua formação inicial.

Em primeiro lugar, é evidente que suas visões do que é ser um bom professor são provenientes das boas experiências em suas formações básicas, com professores que gerenciavam a classe e as relações interpessoais de forma a motivar os estudantes. A disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física foi importante para disparar essa reflexão de quais comportamentos um professor deve ter em sala.

Os estudantes, em geral, ainda não possuem conhecimentos pedagógicos formais, alguns estes que são introduzidos nessa disciplina e tantos outros que são detalhados ao longo do curso. Por isso, seus conhecimentos sobre a docência dos sujeitos analisados giram em torno de saber lidar com os estudantes e valorizar a experimentação no ensino de Física.

A disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física, segundo os relatos dos estudantes, auxiliou a compreensão de que as ideias que tinham sobre o que é um bom professor possuem respaldado teórico. Tais ideias ancoram-se na importância de se construir uma relação de segurança e interesse no aluno, permitindo que este seja capaz de construir o conhecimento a partir de suas reflexões, mais do que uma aprendizagem mecânica proveniente de aulas unicamente expositivas.

Considerações finais

A disciplina de Introdução ao Ensino e Divulgação da Física ministrada nesse curso de Licenciatura em Física tem como objetivo apresentar os estudantes a conceitos importantes do Ensino de Física que serão detalhados em disciplinas posteriores, incluindo nos estágios necessários à formação do professor, segundo a legislação brasileira. Contudo, foi observado que a maior contribuição da disciplina na visão dos estudantes foi a organização de suas concepções prévias sobre a docência, confirmando algumas ideias anteriores e fazendo-os repensar acerca de outras.

Este espaço também é de construção da identidade docente do estudante, que começa a refletir sobre a docência, questões sobre o ensino de Física, que professor deseja ser, ou mesmo se a docência é realmente a profissão que gostaria de exercer no futuro. A partir dessas reflexões, expressas principalmente pelos trechos atribuídos ao foco 5, é possível observar a contribuição na construção de tal identidade pela disciplina e suas discussões.

A apreensão contida neste trabalho, com todas as suas limitações contextuais e metodológicas, permite a reflexão do papel de disciplinas introdutórias na formação inicial de professores, auxiliando seu aprimoramento e no desenho de como a formação docente pode/deve ocorrer, desde o momento inicial da entrada em um curso de licenciatura, até os momentos de formação continuada de um professor em serviço.

Referências

- ARRUDA, S. de M.; PASSOS, M. M.; FREGOLENTE, A. Focos da Aprendizagem Docente. **Alexandria**, v. 5, n. 3, p. 25-48, 2012.
- ARRUDA, S. de M.; PORTUGAL, K. O.; PASSOS, M. M. Focos da Aprendizagem: revisão, desdobramentos e perspectivas futuras. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 2, n. 1, p. 91-121, 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 280 p.
- FERREIRA, M.; LOGUERCIO, R. Q. A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em educação em ciências. **Revelli**, v. 6, n. 2, p. 33-49, 2014.
- GARCÍA, C. M. A identidade docente: constantes e desafios. **Formação Docente**, v. 1, n. 1, 109-131, 2009.
- NÓVOA, A.(coord) **Os professores e sua formação**. 3. Ed. Lisboa: Nova Enciclopédia, 1997. 158 p.
- PIMENTA, S. G. Formação de professores - Saberes da docência e identidade do professor. **Revista da Faculdade de Educação da USP**. São Paulo, v. 22, n. 2, p. 72- 89, 1996.
- UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB). **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física**. 2018. 114 p.

RADIAÇÃO SÍNCROTRON NO BRASIL E A TECNOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: ALGUMAS PROPOSTAS

SYNCHROTRON RADIATION IN BRAZIL AND TECHNOLOGY IN PHYSICS TEACHING: SOME PROPOSALS

Rafaelle da Silva Souza¹, Taneska Santana Cal²

¹PPGEFHC/UFBA/UEFS/Lacic; Instituto Federal da Bahia/Seabra; rafaellessouza@gmail.com

²PPGEFHC/UFBA/UEFS/Lacic; tanaska@gmail.com

Resumo

A presente investigação teve como objetivo discutir a importância da formação continuada de professores de ciências, através de um contexto específico, envolvendo o conteúdo de radiação, as aplicações tecnológicas e sua aproximação da sala de aula. Recorrendo a dados obtidos através de questionário, respondido por 10 participantes professores de ciências, investigamos como o tema radiação é percebido por eles. Respalhada em trabalhos já realizados na área uma discussão é realizada sobre a aproximação da radiação à sala de aula. Em consequência, é construída uma proposta de curso de extensão para professores de ciências com ênfase temática na Radiação Síncrotron no Brasil com enfoque na História e Filosofia da Ciência e no Movimento CTSA – suas linhas gerais são apresentadas. A contribuição primária deste trabalho é propor um caminho a ser trilhado para estimular o professor a desenvolver atividades pedagógicas que favoreça o estímulo a curiosidade, argumentação e discussão dos conteúdos no cotidiano percebendo o ensino e aprendizagem como processo dinâmico.

Palavras-chave: Radiação Síncrotron; Tecnologia; Ensino de Física.

Abstract

The purpose of the present study was to discuss the importance of continuing education for science teachers through a specific context involving the radiation content, technological applications and their approach to the classroom. Using data obtained from a questionnaire from 10 participating science teachers, we investigated how the radiation theme is perceived by them. Backed by work already done in the area, a discussion is held about the approach of radiation to the classroom. As a result, a proposal for an extension course for science teachers with a thematic emphasis on Synchrotron Radiation in Brazil with a focus on the History and Philosophy of Science and the STSE movement is constructed - its general lines are presented. The primary contribution of this work is to propose a path to be followed in order to encourage the teacher to develop pedagogical activities that favor the stimulation of curiosity, argumentation and discussion of the contents in daily life, perceiving teaching and learning as a dynamic process.

Keywords: Synchrotron Radiation; Technology; Physics Teaching.

Introdução

Pesquisas na área de ensino de ciências têm enfatizado a importância de uma formação científica ampla e geral que seja significativa para os estudantes em todos os seus níveis de ensino. Na área de pesquisa em Ensino de Física, especificamente, é corrente a discussão sobre como tratar a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio, bem como quais seriam os seus temas relevantes nesse nível de ensino (OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

Atualmente, a Ciência é socialmente vista como um instrumento valioso e seguramente confiável. São perspectivas e paradigmas que orientam o desenvolvimento tecnológico e científico, em prol do bem-estar social (CHALMERS, 1993). Nesse sentido, a Ciência impulsiona as mobilizações políticas, econômicas, educacionais, culturais, e outros, provocando a interação entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) fazendo com que os estudantes sejam capazes de interpretar o mundo de um ponto de vista científico.

No entanto, há um descompasso entre a relação CTSA e o ensino de ciências. Os conteúdos específicos são ministrados de modo isolados e descontextualizados, o que, muitas vezes, deve-se ao reflexo da má formação inicial dos professores, construída, igualmente descontextualizada. Os conceitos e suas aplicabilidades não são vistos de forma articulada. Isso prejudica as formações em ambos os níveis de ensino influenciando negativamente o aprendizado.

Dentre as dificuldades encontradas para inserir a FMC no currículo básico, têm-se, em destaque, obstáculos para a implementação dos parâmetros curriculares e o rompimento com as práticas tradicionais de ensino. Além disso, considera-se necessário formar o professor para ser agente transformador, capaz de desenvolver atividades pedagógicas que estimulem a curiosidade, argumentação e discussão dos conteúdos. Assim, segundo Sasseron e Carvalho (2011), se permite que o ensino não seja baseado na transmissão mecânica do conhecimento, e sim, um processo dinâmico de investigação e aprendizagem.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é discutir a importância da formação continuada de professores de ciências, através de um contexto específico, envolvendo o conteúdo de radiação, aplicações tecnológicas e maior aproximação da sala de aula. Inicialmente, investigou-se como a Radiação é reconhecida pelos professores, através de questionário aplicado e trabalhos já realizados na área. Em seguida, foi construída uma proposta de curso de extensão para professores de ciências com ênfase temática na Radiação Síncrotron, com enfoque na História e Filosofia da Ciência e no Movimento CTSA, com suas linhas gerais apresentadas.

Desenho teórico-metodológico

Esse trabalho, de cunho qualitativo, é dividido em três partes. Na primeira parte apresenta-se brevemente a Radiação Síncrotron no Brasil. Na segunda parte, como forma de verificar as concepções gerais de professores sobre os usos da radiação no dia a dia, discutem-se dados obtidos a partir de um questionário aplicado em curso de verão, com duração de 30h, ministrado pela primeira autora, realizado entre os dias 29 e 31 de janeiro de 2020. Os sujeitos da investigação foram dez professores do fundamental II – cinco professores de ciências (física e química), três professores de matemática e dois da língua portuguesa, vinculados à rede pública de ensino. Na terceira parte, adotando a noção de tema gerador de

Paulo Freire (1987) com o propósito de aprofundar questões CTSA e Radiação, bem como estimular uma aprendizagem crítica, discutem-se algumas propostas didáticas. Busca-se incentivar a prática docente interdisciplinar, aproximando o conhecimento tecnológico da sala de aula e sinalizando sua relevância para a formação continuada de professores.

Resultados e Discussão

a) Radiação Síncrotron no Brasil

Hoje, em um mundo cada vez mais competitivo, envolvendo a Ciência e Tecnologia, é fundamental um profundo conhecimento das propriedades dos materiais. A evolução dos instrumentos está diretamente relacionada ao avanço do conhecimento. No Brasil, o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), tem ganhado destaque mundial, pela construção de um acelerador de partículas de radiação síncrotron, o Sirius.

Nossa aproximação com a Radiação Síncrotron foi oportunizada através da Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), uma realização do CNPEM em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF), que tem efeito multiplicador para o ensino de física na educação básica, no sentido de ampliar a promoção de educação científica e melhorar o ensino de física moderna. Durante uma semana tivemos contato com as trajetórias de atuação do CNPEM com uso da Luz Síncrotron percebendo possibilidades para o ensino mais próximo de exemplos reais, de como as Ciências produzem Tecnologia e promove avanços para a sociedade. Entendemos que é preciso incentivar um ensino de FMC contextualizado sendo explorada a partir da tecnologia. Essa participação nos fez repensar nossas práticas e estratégias pedagógicas, bem como a formação do professor de ciências incentivando discussões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Inovação.

Basicamente, o CNPEM é constituído por um complexo de laboratórios que favorece pesquisa de base, extensão e produção de produtos científicos e tecnológicos. O complexo do CNPEM é composto pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), Laboratório Nacional de Inovação de Biorrenováveis (LNBR), Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) e o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE). Esses citados laboratórios desenvolvem pesquisa a partir da Luz Síncrotron, por meio dos aceleradores de partículas UVX e Sirius. As referidas pesquisas abrangem tecnologias de inovação para agricultura, desenvolvimento de materiais, combustível e fármacos, através da exploração de nanopartículas.

O Sirius é um empreendimento que pode ser considerado o maior marco para a ciência nacional. De acordo com o site do CNPEM, o “acelerador de partículas Sirius, de 4ª geração, no qual feixes de elétrons serão acelerados a velocidades muito próximas da luz e ficarão circulando dentro de um anel de circunferência de 518 metros 24 horas por dia” (SIRIUS, 2020). Nesse tipo de acelerador, os elétrons são constantemente submetidos a desvios em suas trajetórias e, com isso, perdem energia na forma de uma radiação eletromagnética, denominada Luz Síncrotron. Esse tipo de radiação apresenta amplo espectro de comprimento de ondas, abrangendo do infravermelho a raios-X. O acelerador contém monocromadores os quais atuam como filtros que permitem a passagem de

um comprimento de onda específico, sendo possível isolar os diferentes tipos de radiação eletromagnética gerados e conduzi-los a estações experimentais nos arredores do Sirius (SIRIUS, 2020). Com isso, o Sirius é uma fonte que alimenta inúmeros tipos de equipamentos de pesquisa avançada, e conseqüentemente, contribui para que o Brasil avance na pesquisa científica e na inovação tecnológica.

Em termos de Ciência, isso implica na geração de feixes de elétrons mais colimados e mais brilhantes em relação aos demais aceleradores (SIRIUS, 2020). Experimentos científicos poderão ser realizados com altas resoluções sendo possível realizar determinados tipos de estudos anteriormente inviáveis. Os segmentos mais beneficiados por sua construção devem ser a agricultura, biologia, geologia, energia, saúde e materiais com a análise mais detalhada da estrutura e do funcionamento em escala micro e nanoscópias, das nanopartículas, átomos, moléculas e vírus. No entanto, apesar da atualidade e avanços na ciência brasileira, o tópico “matéria e radiação” tem sido um tema preterido no currículo de Ciência, inclusive na formação inicial de professores conforme sinalizaremos a seguir.

b) A concepção de professores de ciências sobre os usos da radiação

Em curso de verão, discutimos em geral, o ensino de ciências para além do papel do professor em relação à didática. Foram pontuadas as atuais estratégias metodológicas e realizado um comparativo com suas respectivas práticas. Fora oportunizado aos participantes, um momento para análise de diferentes pesquisas que continham relatos e resultados de implementações didáticas. Ao final foi discutida a importância da articulação CTSA no ensino de ciências, com foco exemplificativo da radiação na sociedade. Foi aplicado um questionário com dezesseis itens, tipo Likert, para compreensão de como essa temática é compreendida por um grupo de professores em atividade. Esse questionário baseia-se nos argumentos de Günther (2003), contendo algumas afirmações de cunho social que buscam entender o conhecimento teórico dos cursistas acerca do tema.

As razões pelas quais se deseja conhecer as concepções sobre a presença de um dos tópicos da ciência moderna na sociedade (radiação) é que por muito tempo a palavra “radiação” foi associada como uma situação ruim e perigosa (EIJKELHOF *et al.*, 1990), assim, objetivamos mensurar o conhecimento sobre radiação de professores de ciências.

Quadro 1: Questionário tipo Likert sobre Radiação no cotidiano.

CURSO DE VERÃO QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Fortemente
1. Atualmente, as pessoas são continuamente expostas a vários tipos de radiação.		1		6	3
2. Todos os tipos de radiações têm as mesmas características.	1	8	1		
3. Na medicina, a radiação é usada em diagnóstico.	1			6	3
4. Na medicina, a radiação é usada em terapia.			6	4	
5. A radiação pode introduzir um câncer, mas também pode curá-lo.		2	3	2	3
6. A radiação é usada no uso da ressonância magnética nuclear na medicina.			3	7	
7. Radiações podem representar ameaças à vida humana.				6	4
8. Diferentes seres vivos têm diferentes sensibilidades à radiação.				7	3

9. Além da medicina, a radiação é usada na indústria, agricultura e produção.			1	7	2
10. O Brasil possui usina de energia nuclear.			4	5	1
11. A inclusão dos conceitos da ciência moderna e contemporânea são de grande importância para a educação básica, especificamente para o ensino médio.				5	5
12. Entender os efeitos, consequências, aplicações, entre outros detalhes dos diferentes tipos de radiações é de extrema importância para os estudantes, professores e população em geral.				2	8
13. Em uma aula de ciências você professor saberia explicar sem muitos problemas como funciona uma fonte de radiação	2	3	4	1	
14. Os professores de outras disciplinas, em suas escolas, compartilham a ideia que a ciência está sendo ensinada muito distante da realidade dos alunos.		2	6	2	
15. O entendimento das diferentes radiações e suas consequências para toda comunidade escolar, é fundamental para a contextualização e aproximação da ciência com a rotina dos estudantes.		1	1	4	4
16. Discutir a ciência moderna na sala de aula é conhecer os caminhos que estão sendo trilhados para ajudar resolver problemas do mundo real.			1	3	6

Fonte: elaborado pelas autoras.

A partir das respostas dos cursistas verificou-se que, apenas 1 professor discorda da presença da radiação no nosso cotidiano (item 1). Apenas 1 se mantém neutro sobre a afirmação de que todos os tipos de radiações têm as mesmas características (item 2) e, também, só 1 discorda, veementemente que a radiação seja usada em diagnóstico (item 3), bem como apenas 1 se mantém neutro sobre outras aplicações para a radiação (item 9). No entanto, esses números crescem ao aprofundar o nível das afirmativas: 6 professores se mantêm neutros quanto à aplicação da radiação na medicina para terapia (item 4). As opiniões são diversas sobre sua relação com a cura do câncer (item 5); ainda sobre as aplicações na área da saúde, 3 professores se mantêm neutro quanto a aplicação da ressonância magnética (item 6) e 4 professores não sabem, ou não têm certeza, de que no Brasil há usina nuclear (item 10). Curiosamente, todos concordam, ao se destacar um lado negativo da radiação, de que pode representar ameaças à vida humana (item 7) e que há diferentes níveis de sensibilidade (item 8).

A partir desses dados, concorda-se com Eijkelhof et al. (1990) que, os cursistas ao serem questionados sobre radiação, a primeira coisa que lhes vinha na cabeça eram palavras como câncer ou efeitos negativos, embora se reconheça a aplicação das diferentes formas de radiação.

Com referência aos itens do 11 até o 16, aproximando-se essa discussão da aula, verificou-se uma visão mais positiva em relação à radiação, no sentido da necessidade de seu ensino. Todos concordam que os conceitos da ciência moderna são de grande importância para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes (itens 11 e 12). Porém, apenas 2 professores reconhecem que, em geral, a ciência geralmente é ensinada distante da realidade dos alunos, enquanto outros 6 se mantêm neutros (item 14). Nesse conjunto, 8 cursistas concordam que é importante o ensino da radiação para contextualização (item 15) e outros 9 cursistas concordam que a ciência moderna contribui para entender o mundo real (item 16). O que nos chama atenção é que apenas 1 professor saberia explicar como funciona uma fonte de radiação (item 13).

Embora seja um assunto atual e que evidencie diversas aplicações tecnológicas, muitos desses profissionais resistem por não saberem como desenvolver tais atividades (HARTMANN e ZIMMERMANN, 2009). Dentre possíveis

causas para essa resistência destaca-se a formação inicial, muitas vezes baseada em aulas tradicionais sem necessariamente a inclusão dos resultados das pesquisas da área. Se por um lado, é uma temática atual e de extrema relevância, por outro, os professores não são motivados a levar essa discussão à sala de aula, mantendo amarras do ensino tradicional. O questionário apresenta breves indícios de que os professores participantes dessa pesquisa não têm ampla clareza sobre os usos, benefícios e malefícios da radiação. Desse modo, como uma contribuição primária, sinalizamos a necessidade de mais discussões sobre o tópico “matéria e radiação” com o propósito de aprofundar questões da vida quotidiana, da ciência e das novas tecnologias e também aspectos relacionados com cuidados com a saúde, visando alcançar uma aprendizagem crítica.

c) Propostas didáticas para o ensino de radiação

Segundo Moreira (2006), os estudantes devem ser provocados, desde o início do ensino em ciências, a entender a natureza das partículas, bem como qual o domínio, criações e recriação de estruturas atômicas nos estudos da FMC, apresentando a ciência do século XXI. “Porque não começar a ensinar física a partir de tópicos contemporâneos? Dificilmente serão mais inapropriados do que a cinemática, a estática e a dinâmica” (MOREIRA, 2006, p. 89).

Um estudo, realizado por Renner e Krueger (2016), expõe que existe a insegurança dos professores em relação aos conteúdos, os quais são de difícil aplicação experimental e exigem abordagens diferenciadas no que diz respeito à didática do ensino. Além disso, a forma como este conteúdo vem sendo abordado em alguns livros de ensino médio, apesar da presença de textos “interdisciplinares”, parece não fazer muito sentido para os alunos (BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2005; RESQUETTI, 2013). Muitos desses textos dedicam-se à divulgação alarmista dos efeitos lesivos da radiação ionizante nos acidentes radioativos e as consequências das bombas nucleares, ressaltando, sobremaneira, os problemas de saúde decorrentes. Ao nosso ver, tais aspectos proporcionam a formação de uma visão negativa e pouco crítica sobre o conhecimento.

Existem alguns livros que ressaltam discretamente as aplicações da radiação ionizante na medicina, na indústria, além dos benefícios do uso da energia nuclear. Há na literatura alguns trabalhos, como o de Medeiros e Lobato (2010), que apontam a associação negativa dos educandos com a temática radioatividade e seus efeitos deletérios, como destruição de ambientes, transformação da fauna e flora, câncer, anomalias e morte. Esses autores ressaltam que a escola contribui com uma baixa porcentagem de informação contra as demais fontes acessadas pelos alunos e colaboram para a formação de impressões negativas.

Para citar alguns avanços, tem-se: 1) a proposta de Furtado (2016) que apresenta um módulo didático sobre Radiação Eletromagnética e Radioatividade que utiliza recursos de ensino como vídeo, música, atividades experimentais, apresentações de slides, textos de divulgação científica e debates; 2) a sequência didática de Uliano (2018), destinada ao ensino das radiações no ensino médio considerando as relações CTSA para a 3ª série do ensino médio, dentro do contexto da FMC. No entanto, esses avanços parecem ainda bem limitados. Não é nossa intenção esgotar as propostas didáticas, mas apontar como o trabalho de aproximação desse tópico ao currículo tem sido trilhado. Percebe-se falta na literatura de propostas que incluam a discussão sobre Radiação Síncrotron no Brasil e suas tecnologias. Logo, esse caminho foi trilhado, inicialmente, nessa pesquisa.

Como primeiro passo, apresentamos uma visão panorâmica de uma proposta para curso de extensão voltado a professores de ciências, com abordagem temática freireana passando pelos três Momentos Pedagógicos, a saber: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A carga horária é de 30h (trinta horas), com cada encontro tendo duração de 4h e previsão de 1h para estudo, podendo sofrer alterações de acordo com a necessidade de ajustes no planejamento inicial dos seis encontros (Quadro 2).

Quadro 2: Panorama dos encontros e dos objetivos de ensino da proposta.

Tema	Objetivos de ensino
1º Encontro: Breve história dos aceleradores	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar um diálogo inicial para levantamento dos conhecimentos, dúvidas e interesses dos alunos a respeito do tema "Matéria e Radiação" e, assim, iniciar a problematização do tema com ênfase na História da Ciência; - Apresentar e introduzir a utilização da História da Ciência como recurso contextualizador; - Construir uma linha do tempo coletiva sobre os aceleradores de partículas no mundo;
2º Encontro: Introdução a Ondulatória e Física Moderna	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar um contato inicial com alguns conceitos de Ondulatória e Física Moderna (matéria e raios X); - Subsidiar a formalização dos conceitos relativos ao estudo de ondas, tipos, características e classificação com ênfase na nanotecnologia; - Propiciar a aproximação do educando com a linguagem científica;
3º Encontro: Formação dos Raios X	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematizar e formalizar os conceitos referentes à produção dos raios X; - Fomentar a percepção e compreensão do caráter histórico e social na produção do conhecimento científico, bem como sua disseminação e utilização pela sociedade; - Construir um mapa conceitual coletivo dos conceitos fundamentais acerca do tema "Matéria e Radiação" a partir de objetos do cotidiano e suas representações;
4º Encontro: Radiação Síncrotron	<ul style="list-style-type: none"> - Formalizar a relação do estudo acerca das Ondas e Física Moderna com a Radiação Síncrotron; - Apresentar o acelerador de partículas Sirius e suas linhas de atuação na pesquisa brasileira com foco nas aplicações
5º Encontro: Radiação Síncrotron na sala de aula	<ul style="list-style-type: none"> - Incitar reflexões acerca da disponibilização e acesso da população em geral aos benefícios advindos da utilização dos raios X na produção tecnológica; - Incentivar a autonomia e a criticidade através da apropriação e discussão dos conhecimentos científicos relativos ao tema Matéria e Radiação para a elaboração de aulas para o ensino de ciências. - Auxiliar os cursistas (professores) a compreenderem seu papel como mediadores do conhecimento e agentes transformadores da realidade.
6º Encontro: Avaliação conjunta	Apresentação dos trabalhos referentes a temática aproximando da realidade de cada professor
<i>Aprofundamento na temática</i>	<i>Uma vez que o público-alvo são professores em exercício, destinamos 1h para cada encontro oportunizando uma previsão de tempo de estudo e aprofundamento na temática.</i>

Fonte: elaborado pelas autoras.

Algumas considerações

A inserção de FMC no ensino médio é fundamental para a compreensão das novas tecnologias e também à crítica das questões atuais que envolvem a dimensão CTSA. Este estudo concluiu que não é suficiente ensinar o conteúdo da radiação na sala de aula, mas é preciso, também, mostrar sua presença e importância no cotidiano. Foi percebido o quão importante é o papel da formação continuada na mudança de atitude frente à prática docente. Em vista de ser um tema pouco abordado, as pessoas crescem tendo em mente apenas os aspectos negativos, enquanto existem diversas aplicações pouco exploradas pelos professores.

Nossa contribuição principal é chamar atenção para a necessidade de mais incentivos a formação de professores de ciências, de modo que aproxime a ciência da aplicabilidade no cotidiano. Ao propor um curso de extensão sobre a Radiação Síncrotron estamos também aproximando dos professores para um conhecimento sobre um importante empreendimento brasileiro, o Sirius como meio para articulação do ensino de radiação, com tecnologias de ponta sendo estes fortes aliados.

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio financeiro junto a pós-graduação; à SBF e ao CNPEM pela realização da ESPEM 2020 e apoio financeiro para nossa participação; aos professores sujeitos da pesquisa.

Referências

- BROCKINGTON, G; PIETROCOLA, M. A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do ensino médio. 2005, 268 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CHALMERS, A. F. O que é Ciência, afinal? Capítulo I. Brasília: Editora Brasiliense, 1993.
- EIJKELHOF, H. M. C. et al. Perceived incidence and importance of lay-ideas on ionizing radiation: Results of a delphi-study among radiation-experts. *Science Education*, v. 74, n. 2, p. 183-195, 1990.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: ED: Paz e Terra, 1987.
- FURTADO, L. P. *Radiação eletromagnética e Radioatividade: uma abordagem em aulas de Química do Ensino Médio em busca da (re)significação do conhecimento dos alunos*. 2016. 127 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) — Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- GÜNTHER, H. Como Elaborar um Questionário (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, N. 01). Brasília, DF:UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental. URL: www.psi-ambiental.net/pdf/01Questionario.pdf. (2003).
- HARTMANN, A. M; ZIMMERMANN, E. Feira de ciências: a interdisciplinaridade e a contextualização em produções de estudantes de ensino médio. In: ENPEC, VII. Anais. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.
- MEDEIROS, M. A., LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. *Revista Ensaio*, v. 12, n. 3, p. 65-84, 2010.
- MOREIRA, M. A. Partículas e interações. Física: ensino médio/seleção e organização harden Zylbersztajn. Organização geral Nelson Studart. Brasília: ministério da educação, secretaria de educação básica, 2006.
- OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, jan. 2000.
- RENNER, G. L. P., KRUEGER, L., Física Moderna e Contemporânea No Ensino Médio: Um estudo acerca dos fatores que interferem na aplicação dos conceitos relacionados em sala de aula. V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia – V SINECT. Paraná: Ponta Grossa, 2016.
- RESQUETTI, S O. Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na História e Filosofia da Ciência e no Movimento CTS. Tese Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá.
- SASSERON, L.H. e CARVALHO, A.M.P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*. vol. 16, 2011.
- SIRIUS – Por que você deve se orgulhar do novo acelerador de partículas brasileiro. CNPEM, 2017. Disponível em: <https://cnpem.br/sirius-por-que-voce-deve-se-orgulhar-do-novo-acelerador-de-particulas-brasileiro/>. Acesso em: 12 de jul. de 2020.
- ULIANO, V. Uma sequência didática para introdução à física das radiações ionizantes no ensino médio / Valério Uliano. – Campo Mourão, 2018.

SABERES DOCENTES MOBILIZADOS POR LICENCIANDOS EM FÍSICA NA INICIAÇÃO À DOCÊNCIA

TEACHING KNOWLEDGE MOBILIZED BY UNDERGRADUATE PHYSICS TEACHERS IN INITIATION TO TEACHING

Caroline Dorada Pereira Portela¹, Luiz Gustavo Pampu², Kelly Vanessa Fernandes Dias da Silva³, Renata Vieira de Almeida Albuquerque⁴

¹Instituto Federal do Paraná/Campus Paranaguá, caroline.portela@ifpr.edu.br

²Instituto Federal do Paraná/Campus Paranaguá, luiz.pampu@ifpr.edu.br

³Colégio Estadual Porto Seguro, keke.fds@gmail.com

⁴Instituto Federal do Paraná/Campus Paranaguá, renatafui@hotmail.com

Resumo

Apresentam-se resultados de um projeto de iniciação científica com objetivo de investigar como e quais são os saberes docentes (TARDIF, 2002) mobilizados por estudantes de Licenciatura em física que participaram do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) durante sua formação acadêmica. Como instrumentos de pesquisa foram utilizados questionários e entrevistas semi-estruturadas com ex-participantes do programa, totalizando 8 sujeitos de pesquisa. Os dados foram analisados baseando-se em princípios da análise de conteúdo (BARDIN, 2009). Os saberes curriculares e disciplinares aparecem com menor destaque tanto nos questionários quanto nas entrevistas. A análise das entrevistas confirma a valorização dos saberes experienciais e saberes da formação profissional, sendo esses muito mais evidenciados nas respostas em relação aos demais saberes docentes. Destaca-se ainda a relevância do PIBID na formação inicial de professores a partir de uma política pública que possibilita ações no cotidiano escolar, valorizando a escola pública como espaço de formação e reflexão da prática docente, sendo o auxílio financeiro de grande importância para os ex-bolsistas continuarem no programa e no curso de licenciatura, além de proporcionar a participação em eventos para troca de experiências e formação profissional.

Palavras-chave: Saberes docentes, licenciatura em Física, iniciação à docência, PIBID.

Abstract

It presents results about a scientific initiation project with the objective to investigate how and what are the teaching knowledge (TARDIF, 2002) mobilized by undergraduate students in physics who participated in the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships (PIBID) during their graduation course. As research instruments, questionnaires and semi-structured interviews were used, totalizing 8 research subjects. The data were analyzed based on principles of content analysis (BARDIN, 2009). Curricular and disciplinary knowledge appears less prominently in both questionnaires and interviews. The analysis of the interviews confirms the valuation of experiential knowledge and professional training knowledge, which are

much more evident in the responses in relation to the other teaching knowledge. The relevance of PIBID in the initial teachers training is also highlighted, based on a public policy that enables actions in the daily school life, valuing the public school as a space for training and reflection on teaching practice, with financial assistance of great importance for ex-scholarship holders continue in the program and in the degree course, in addition to providing participation in events to exchange experiences and professional training.

Keywords: Teaching knowledge, Physics graduation, initiation to teaching, PIBID.

Introdução

Este trabalho apresenta os resultados obtidos em um projeto de iniciação científica intitulado “Saberes docentes e iniciação à docência: implicações do PIBID na formação de professores de física”, desenvolvido no Instituto Federal do Paraná, *Campus* Paranaguá, com o objetivo de investigar como e quais são os saberes docentes (TARDIF, 2002) mobilizados por estudantes de Licenciatura em Física que participaram do PIBID durante sua formação acadêmica.

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) é um programa promovido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) proporcionando a inserção de estudantes de licenciatura dentro da vivência e práticas pedagógica do ambiente escolar, complementando sua formação docente para a educação básica.

No âmbito do Instituto Federal do Paraná (IFPR), o PIBID foi desenvolvido desde o segundo semestre do ano de 2012 até o mês de março de 2018 nos *campi* Palmas e Paranaguá, os únicos que ofereciam cursos de licenciatura à época da elaboração do projeto institucional. Em 2014, com um novo edital aberto pela CAPES, uma nova proposta institucional também foi aprovada, ampliando o número de 100 para 316 bolsistas. A oportunidade de desenvolver o PIBID foi de extrema importância para a própria valorização dos cursos de formação de professores, trazendo visibilidade para as licenciaturas a partir das ações desenvolvidas pelo programa e viabilizando um novo cenário para o desenvolvimento das licenciaturas na instituição.

O curso de licenciatura em Física do *Campus* Paranaguá do IFPR iniciou com ingresso da primeira turma em 2011 e a oportunidade de desenvolver um subprojeto do PIBID, a partir do ano de 2012, foi muito bem recebida pela coordenação do curso e pelo colegiado dos professores, em consonância com as propostas de consolidação do curso e ações voltadas a contribuir com a qualidade na formação dos futuros professores de física. Neste primeiro ano do subprojeto Física foram ofertadas 6 bolsas para estudantes do curso de licenciatura em Física.

A partir do ano de 2014, com a ampliação no número de bolsistas de iniciação à docência para 24, o subprojeto Física do PIBID - IFPR *Campus* Paranaguá atuou até o mês de fevereiro de 2018 com duas equipes de bolsistas, divididas em duas coordenações de área, sendo a atuação no ensino de ciências no ensino fundamental e no ensino de física no ensino médio.

As ações do PIBID visam dentre outros objetivos incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica; contribuir para a valorização do magistério; melhorar a qualidade da educação brasileira.

Gatti *et al* (2014) realizaram um estudo acerca do PIBID, destacando a abrangência deste programa presente nas cinco grandes regiões do país nas principais IES tanto públicas quanto privadas. As autoras evidenciam a importância do PIBID na formação inicial de professores, tomando como base os relatórios dos sujeitos envolvidos e contemplados neste programa, bem como, professores supervisores e estudantes das licenciaturas.

Piratelo, Passos e Arruda (2014) analisaram o processo de aprendizagem da docência no contexto do PIBID com alunos do curso de licenciatura em Física, concluindo que

(...) eles aprenderam a respeito da docência, interessando-se por ela; conhecendo e se apropriando de um repertório de possibilidades para a realização de intervenções práticas em sala de aula; refletindo a respeito das situações de gestão do conteúdo e gestão da classe; engajando-se em uma comunidade escolar e professoral; e, por fim, identificando-se com o exercício da docência. (PIRATELO; PASSOS; ARRUDA, 2014, p. 514).

Sendo assim, este trabalho buscou aprofundar as investigações relacionadas às políticas públicas de formação de professores, como é o caso do PIBID, no âmbito do IFPR.

Fundamentação Teórica

Há uma variedade de enfoques e perspectivas com que a temática saberes docentes vem sendo apresentada nas pesquisas em educação e discutida no âmbito nacional e internacional (BORGES, 2001).

A perspectiva para análise dos saberes docentes neste trabalho baseou-se em Tardif (2002) que divide os saberes docentes em 4 tipos: saberes da formação profissional, saberes disciplinares, saberes curriculares e saberes experienciais.

Os saberes da formação profissional são aqueles transmitidos pelas instituições de formação de professores, em geral, faculdades de educação. Esses saberes são constituídos de saberes pedagógicos, que são conhecimentos adquiridos sobre os processos de ensino e aprendizagem, procedimentos didáticos, práticas educativas, normas e regras do processo educativo. Dessa forma, os saberes da formação profissional envolvem, principalmente, o como ensinar (TARDIF, 2002).

Os saberes curriculares versam sobre os programas escolares, objetivos, conteúdos e métodos tipicamente presentes em documentos institucionais. Eles são apropriados pelos docentes ao longo da carreira e os materializam no interior das instituições escolares (TARDIF, 2002).

Os saberes disciplinares se traduzem na especificidade de cada disciplina escolar, pois compreendem os conteúdos da cultura selecionados para serem transmitidos as próximas gerações. Nessa direção, podemos citar: a história; a física; a biologia. Enquanto formação para atuação docente os saberes disciplinares são os conhecimentos específicos de determinada área do conhecimento, considerados essenciais aos professores, para o exercício da docência (TARDIF, 2002).

Por fim, os saberes experienciais são aqueles que os professores desenvolvem com base em seu trabalho cotidiano, nas relações estabelecidas nas instituições escolares; são baseados na experiência e por ela validados (TARDIF, 2002).

Metodologia

Esta pesquisa apresenta-se com predominância qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), caracterizando-se como um estudo de caso. No início da pesquisa foi realizado um levantamento de todos os ex-bolsistas participantes do PIBID desde do início do programa no IFPR até o ano de 2018, obtendo um total de 59 estudantes que foram contatados por e-mail, convidando-os a participar do estudo. Entretanto, apenas 12 ex-bolsistas manifestaram interesse para colaborar com a pesquisa.

Na primeira etapa da pesquisa, entre os meses de outubro e novembro de 2018, foi realizado um questionário aberto a fim de proporcionar uma primeira aproximação aos sujeitos de pesquisa, investigando os motivos de escolha do curso de licenciatura em Física e de participação no PIBID e as possíveis contribuições que a participação no programa trouxe para a formação e atuação profissional.

Na segunda etapa, entre os meses de abril e maio de 2019, foram realizadas entrevistas com 8 ex-bolsistas que concordaram em continuar participando. As entrevistas foram gravadas em áudio e organizadas em três momentos. Primeiramente, os ex-bolsistas relataram sobre a(s) escola(s) de atuação no PIBID, a dinâmica do grupo do PIBID, a organização das atividades, as reuniões de planejamento, o grupo de estudos e a participação em eventos. Na sequência, deveriam escolher uma atividade desenvolvida na(s) escola(s) de atuação e descrever com detalhes o planejamento, a execução e a análise da atividade. No terceiro momento, foi solicitado que os ex-bolsistas comentassem sobre a forma como o PIBID auxilia ou pode auxiliar na atuação profissional e também sobre perspectivas de atuação como professores do ensino médio após a conclusão do curso. Ao final da entrevista, os participantes puderam acrescentar outras considerações sobre a participação no PIBID, se julgassem necessário.

No período de junho a agosto de 2019 as entrevistas foram transcritas e iniciou-se o processo de análise para identificar os saberes docentes (TARDIF, 2002) mobilizados pelos licenciandos e como esses saberes influenciaram na formação profissional dos ex-bolsistas através de seus relatos. Para a análise dos dados produzidos nos questionários e nas entrevistas realizadas, foram utilizados princípios da Análise de conteúdo (BARDIN, 2009).

Bardin (2009) propõe três fases para Análise de Conteúdo. A primeira fase, ou pré-análise, é a fase em que o investigador realiza a organização do material a ser analisado (nesta pesquisa, a organização das respostas do questionário e a transcrição das entrevistas), desenvolvendo já nessa fase, uma *leitura flutuante* que permite além de um contato inicial, uma maior aproximação do material, favorecendo a apropriação e análise de seu conteúdo.

Na segunda fase, chamada de exploração do material, ocorre a análise propriamente dita, em que são definidas as *unidades de registro* (palavras, conjunto de palavras ou temas) que são a menor parte do conteúdo e guiam o pesquisador na busca das informações contidas em seu material empírico. Ainda na segunda

fase, as unidades de registro devem ser reunidas em grupos, a partir das características comuns destes elementos, dando origem à categorização. Bardin (2009) indica a possibilidade de uma categorização com categorias *a priori*, sugeridas pelo referencial teórico e pré-determinadas em função dos objetivos da pesquisa, ou com categorias *a posteriori*, elaboradas após a análise do material, a partir das respostas dos sujeitos pesquisados. Na presente pesquisa as categorias foram estabelecidas *a priori* a partir do referencial teórico dos saberes docentes (TARDIF, 2002).

Uma vez que as categorias estejam estabelecidas, é possível iniciar o tratamento dos resultados, ou seja, a terceira fase da Análise de Conteúdo. A intenção da Análise de Conteúdo é a inferência que pode partir das informações obtidas no conteúdo das mensagens emitidas pelos sujeitos pesquisados. Desta forma, o essencial para a Análise de Conteúdo são as mensagens produzidas, pois elas expressam um significado e um sentido a ser explorado pelo pesquisador.

Resultados

Apresentam-se os resultados a partir das categorias definidas *a priori* a partir do referencial teórico dos saberes docentes (TARDIF, 2002).

Saberes curriculares e disciplinares

A partir da análise quantitativa das unidades de registro identificadas no material empírico foi possível perceber que tanto nos questionários quanto nas entrevistas, os **saberes curriculares** e **disciplinares** aparecem com menor destaque, conforme apresentado na figura 1. Ou seja, existe uma valoração relativa entre esses saberes para os entrevistados.

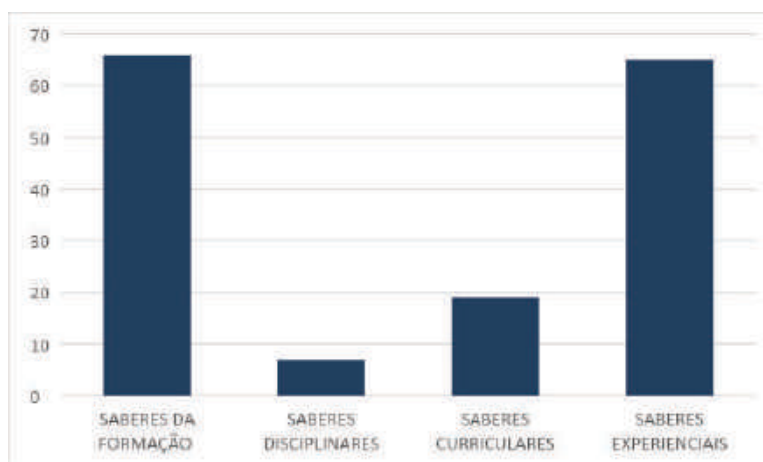


Figura 1: Gráfico quantitativo das unidades de registro dos saberes docentes analisados nas entrevistas.

Fonte: Os autores (2019).

Considerando que durante a entrevista, os ex-bolsistas deveriam escolher uma das atividades desenvolvidas durante a participação no PIBID para ser o foco da entrevista, este pode ter sido um motivo limitador pelo qual os saberes disciplinares e curriculares pouco apareceram nas falas. Podemos supor assim que, tanto os conteúdos a serem trabalhados como o currículo e normas escolares eram

claros e objetivos, pois eles não se apresentaram como um desafio que necessitava ser expressado na entrevista.

Ainda assim, organizou-se no quadro 1 os principais conteúdos citados pelos entrevistados, a partir da indicação desses conteúdos nas suas falas. Novamente, pode-se apontar que o fato dos entrevistados terem que escolher uma das atividades desenvolvidas para detalhar durante a entrevista pode ter sido motivo de limitação dos conteúdos que foram mencionados pelos entrevistados.

Quadro 1: Conteúdos de física abordados

ÁREA	CONTEÚDOS
Dinâmica	Forças, Inércia
Astronomia	Estrelas, constelações, foguetes, estações do ano
Óptica geométrica	Reflexão, associação espelhos
Eletromagnetismo	Processos de eletrização
Fluidos	Densidade, empuxo, Princípio de Pascal

Fonte: Os autores (2019).

Ao analisar os conteúdos apresentados pelos ex-bolsistas e as respectivas áreas da física a que correspondem, constata-se que são, em sua maioria, conteúdos abordados tradicionalmente no ensino de física e previstos nos documentos e normativas para o ensino médio.

Os **saberes curriculares** que são conhecimentos sobre os conteúdos abordados em sala de aula durante as atividades do PIBID estão relacionados às disciplinas presentes na matriz curricular do curso de licenciatura e são de fundamental importância para a formação dos futuros professores, entretanto, no momento de atuação como bolsistas em sala de aula, é necessário ir além da simples repetição do que foi aprendido no ensino superior, é necessário adequar o conteúdo ao público-alvo. Nesse sentido, outros saberes são mobilizados, como por exemplo o saber curricular, a partir das opções e escolhas que os professores (nesse caso, os licenciandos) fazem ao selecionar determinados conteúdos para trabalhar com suas turmas. E o silenciamento de problematização sobre essas escolhas sugere que elas podem ser naturais.

Saberes da formação profissional

À medida em que as propostas de atividades são implementadas nas escolas, os conhecimentos sobre processos de ensino e aprendizagem, práticas educativas e pedagógicas, vão constituindo os **saberes da formação profissional**. Os exemplos a seguir refletem a dinâmica do grupo entrevistado, sendo destacados os momentos de reuniões para discussão de textos utilizados como fundamentação teórica.

Então a gente lia artigos e livros, fazia discussões dos assuntos nas reuniões, né? (L11)

(...) sempre tinha que ler um capítulo de livro, algum texto que a nossa coordenadora mandava para a gente ir tendo embasamento teórico né? Para construir as aulas e tal. (L12)

Além disso, as atividades de planejamento e construção de planos de aula, roteiros de atividades experimentais, também são situações vivenciadas nas reuniões e mobilizam **saberes da formação profissional**, na medida em que dialogam com as disciplinas pedagógicas como didática e psicologia da educação.

A gente se encontrava nessas reuniões pra poder discutir sobre os projetos que estávamos construindo e como que nós iríamos desenvolver é aplicar, então basicamente nós tínhamos orientação da professora na construção de, e da professora da escola que nós ajudava a fazer a transposição didática, basicamente os conceitos e a forma como a gente pensou em aplicar como ficaria viável ou não, pensando no... no... no nível de dificuldade até mesmo dos próprios conceitos em pensar pros alunos e... e aí tinha um momento em que a gente ia às escolas atuar mesmo é aplicar os projetos. (L2).

Saberes experienciais

A execução das propostas de ensino nas escolas mobilizou também os **saberes experienciais** durante e após o desenvolvimento das atividades nas escolas, proporcionando aprendizados na relação teoria e prática e na articulação entre os diferentes saberes docentes. Constatou-se também as contribuições do PIBID para o desenvolvimento profissional docente, conforme alguns os exemplos a seguir:

Eu gostei muito, o PIBID me ajudou porque eu não tinha muita essa noção de como era ser professor, depois quando fiz o PIBID, você aprende a lidar com os alunos a ter mais técnicas na sala de aula. (L3)

Me ajudou bastante no meu desenvolvimento, porque quando eu entrei aqui eu era bem tímida, eu tinha medo de falar em público, tipo uma sala de aula, quando ia apresentar trabalho, e o PIBID me ajudou com isso, me ajudou a ir lá na frente encarar os problemas, e... me ensinou a... a ter mais voz, pra dar aula, me ensinou a dar aula, me ensinou a fazer planejamento me ensinou a escrever, que eu me batia bastante com isso também. E... Praticamente tudo o que o professor precisa, o PIBID me ensinou. (L11)

Então o PIBID, ele contribuiu muito na minha dinâmica em sala de aula, né? Antes, eu era muito tímido, não conseguia falar hoje eu consigo falar porque eu participei das atividades e também na responsabilidade de apresentar alguma teoria, algum conhecimento né, foi isso que o PIBID, me auxiliou na organização também, da fala na frente dos alunos. (L7)

O primeiro é o fato de ter tido contato com a experiência da docência de planejamento e dar aula, então acho que isso foi um dos pontos principais (...) (L9)

Além disso, vários participantes destacaram a oportunidade de participação em eventos científicos para apresentação de trabalhos e trocas de experiências, evidenciando também contribuições do PIBID para a formação de professores em uma perspectiva mais ampla, para além das aulas da graduação e das ações realizadas nas escolas da educação básica.

Auxílio financeiro

Um outro aspecto apontado pelos entrevistados está relacionado ao auxílio financeiro proveniente da bolsa recebida pelo programa, destacado pela maioria

como fundamental para todos continuarem no curso e no programa e para sua formação acadêmica. Compreende-se que não há um saber docente diretamente relacionado a este aspecto mas trata-se de um importante ponto a ser considerado em uma perspectiva mais ampla sobre o perfil socioeconômico dos licenciandos e sobre as políticas públicas de acesso, permanência e êxito no ensino superior.

Considerações Finais

Os relatos apresentados acima indicam que os ex-bolsistas participantes do subprojeto Física do PIBID no IFPR mobilizaram e desenvolveram saberes relacionados à profissão docente, reconhecendo o papel do PIBID na formação de professores críticos e reflexivos sobre a realidade educacional.

Com a análise dos conteúdos realizados nos questionários e entrevistas foi possível identificar que os saberes experienciais e os saberes da formação profissional foram mais destacados pelos participantes em relação aos saberes disciplinares e saberes curriculares.

Todos os participantes da pesquisa destacam a contribuição do PIBID para a prática profissional. Nesse sentido, reitera-se a importância de ações como o PIBID na formação inicial de professores tanto pela oportunidade de inserção dos licenciandos no cotidiano escolar desde o início da graduação, quanto pela possibilidade de integração entre os saberes docentes.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BORGES, C. Saberes docentes: diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa. **Educação & Sociedade**, n.74, p. 59-76, 2001.

GATTI B. A; ANDRÉ, M. E. D. A.; GIMENES N.A.S; FERRAGUT, L. **Um estudo avaliativo do Programa Institucional de bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)**. São Paulo: FCC/SEP, 2014. Disponível em:
<http://www.fcc.org.br/biblioteca/publicacoes/textos>.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

PIRATELO, M.V.M; PASSOS, M.M; ARRUDA, M.S. Um estudo a respeito das evidências de aprendizado docente no PIBID da Licenciatura em Física. 25 p. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 493-517, dez. 2014.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 14. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

UM ESTUDO EXPLORATÓRIO ACERCA DA PERSISTÊNCIA DOS ESTUDANTES EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA BRASILEIRA

AN EXPLORATORY STUDY ABOUT STUDENTS 'PERSISTENCE IN A PHYSICS TEACHERS' TRAINING COURSE AT A BRAZILIAN PUBLIC UNIVERSITY

Kaluti Moraes¹, Leonardo Albuquerque Heidemann², Tobias Espinosa³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, kaluti.moraes@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, leonardo.h@ufrgs.br

³ Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Matemática, Estatística e Física, tobiasespinoza@furg.br

Resumo

A evasão discente tem se tornado relevante e legitimada enquanto objeto de investigação no contexto universitário brasileiro, em particular no caso dos cursos de graduação de exatas que figuram entre aqueles que apresentam altos índices de evasão. O presente relato se dedica a apresentar os resultados preliminares de um estudo de caso exploratório realizado no contexto do curso de Licenciatura em Física da UFRGS, no primeiro semestre de 2018 (ano em que foi implementada a mais recente reestruturação curricular nesse contexto formativo). Tal estudo foi dedicado à investigação sobre os elementos que influenciam a persistência dos estudantes no curso de graduação, dirigido a partir da seguinte questão de pesquisa: “Quais elementos previstos no modelo de Vincent Tinto contribuem ou não na decisão de permanência dos estudantes durante o primeiro semestre do curso de Licenciatura em Física do IF/UFRGS?”. Os nossos resultados apontam para uma adequação dos elementos centrais do modelo de motivação (autoeficácia, senso de pertencimento e percepção de currículo) para enquadramento do fenômeno de permanência no nosso contexto de estudo.

Palavras-chave: Persistência, Licenciatura em Física, Estudo de caso

Abstract

Student dropout has become a relevant object of study in the Brazilian university context. Particularly in math and science courses, whose are among those with high dropout rates. This paper presents preliminary results of an exploratory case study carried out in the context of a Physics teachers' training course at UFRGS, in the first semester of 2018 (the year in which the most recent curricular restructuring was implemented). This research was devoted to figure out the elements that influence the students' persistence in the undergraduate course. The investigation was directed by the following research question: “Which elements foreseen in Vincent Tinto's model contribute or not to the decision of the students to remain during the first semester of the Physics teachers' training course at IF/UFRGS?”. The results pointed out to a successful adaptation of the central elements of the motivation model (self-efficacy, sense of belonging and perception of curriculum) to fit the phenomenon of persistence in the context of this study.

Keywords: Persistence, Physics teachers' training course, Case study

Introdução

O cenário do Ensino Superior brasileiro tem vivenciado um contexto de transformação em virtude da ampliação na dimensão do acesso, especialmente a partir das últimas duas décadas. Essa mudança representa o contraste em relação ao ingresso em um curso de graduação, que antes era privilégio da classe social mais abastada. Gomes e Moraes (2012) argumentam sobre a transição de um sistema de elite a um sistema de massa, onde a evasão discente é promovida enquanto objeto de investigação no contexto universitário. Em particular, no caso dos cursos de exatas, que figuram entre aqueles que apresentam os maiores índices de evasão (SILVA FILHO *et al.*, 2007), pesquisadores têm se dedicado ao tema (ARRUDA *et al.*, 2006; DAITX; LOGUERCIO; STRACK, 2016; EVANGELHO *et al.*, 2019; LIMA JUNIOR; OSTERMANN; REZENDE, 2012; MASSI; VILLANI, 2015; MENEZES *et al.*, 2018). O nosso contexto de estudo consiste no curso de Licenciatura em Física do IF/UFRGS¹, ao longo do primeiro semestre de 2018, quando ingressou a primeira turma de licenciandos após a reestruturação curricular recente do curso. Realizamos um estudo de caso exploratório cujo objetivo geral foi investigar as implicações das transformações do contexto formativo (a exemplo da reestruturação curricular) na permanência dos licenciandos, a partir das vivências de primeiro semestre.

Nesse trabalho, pretendemos explorar os resultados preliminares desse estudo de caso, em particular aqueles relacionados à seguinte questão de pesquisa: “Quais elementos previstos no modelo de Vincent Tinto contribuem ou não na decisão de permanência dos estudantes durante o primeiro semestre do curso de Licenciatura em Física do IF/UFRGS?”. Assim, investigamos a adequação desse modelo, oriundo de outra conjuntura (norte-americana), no contexto de uma Universidade pública brasileira. Para tal, empreendemos esforços na apropriação da teoria interacionista de Tinto, em particular o modelo de motivação da persistência (TINTO, 2017), que dirigiu fundamentalmente a nossa pesquisa. Fomos amparados pelas orientações metodológicas de Robert Yin (2011) no delineamento do estudo e na análise dos dados.

Referencial teórico

O aporte sociológico de Vincent Tinto endossa um enquadramento do fenômeno da permanência no contexto universitário a partir de uma abordagem interacionista. Portanto, as experiências vivenciadas pelo sujeito na Universidade possuem primazia na sua decisão de persistir nos seus estudos. O autor consiste em um paradigma na literatura internacional sobre o tema e figura nas investigações realizadas no contexto brasileiro (BARDAGI; HUTZ, 2005), ainda que seja escassa a adoção de um referencial teórico. Recentemente, Tinto apresenta uma redimensão da sua teoria, a partir da perspectiva dos estudantes²: Modelo de Motivação da Persistência do Estudante (TINTO, 2017). Essencialmente, a persistência é entendida como uma expressão da motivação do indivíduo em persistir com seus estudos. Portanto, o sujeito não quer ser retido pela Instituição, mas sim intenciona persistir nos seus objetivos pessoais (metas).

Tinto (2017) sustenta que a motivação da persistência do estudante é influenciada a partir das suas vivências no contexto universitário, em especial em virtude das variações dos seguintes construtos (Figura 1): i) crenças de autoeficácia;

1 Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

2 O título do artigo onde o autor realiza essa apresentação se intitula “*Through the Eyes of Students*” (TINTO, 2017)

ii) senso de pertencimento; e iii) percepção de currículo. Os parágrafos subsequentes são dedicados à apresentação dessas dimensões.



Figura 1 – Modelo de Motivação da Persistência do Estudante (TINTO, 2017)

Crenças de autoeficácia: conjunto de crenças de autoeficácia relacionadas diretamente com as demandas acadêmicas que o indivíduo deverá ser capaz de lidar com a finalidade de levar seu curso de graduação a termo (e.g., processos avaliativos, aprendizagem de conteúdos, apresentações de trabalhos). Nesse quadro, a crença de autoeficácia consiste no juízo que o indivíduo tem sobre sua própria capacidade em ser bem-sucedido em uma situação específica ou na realização de determinada tarefa (BANDURA, 1997). No nosso contexto, entendemos que o conjunto de crenças de autoeficácia necessário ao licenciando em Física orientado à meta de conclusão do curso deve abranger: i) aprendizagem de conceitos e teorias da Física, da Matemática e do Ensino de Física; ii) capacidade de administrar as demandas acadêmicas ao longo das disciplinas, em especial no que tange aos resultados adequados nos processos avaliativos; e iii) competência para enfrentar os problemas de Física, mobilizando os conhecimentos necessários e adequados ao contexto dos problemas.

Senso de pertencimento: percepção do indivíduo de que faz parte de uma comunidade no contexto universitário. Ademais, é fundamental que essa percepção esteja alinhada com o sentimento de que a sua participação é valorizada naquele contexto. Portanto, esse aspecto expressa, em última análise, o sentimento do estudante de que a sua presença faz a diferença para os demais membros dessa comunidade (e.g., colegas, veteranos, funcionários, professores). Para Strayhorn (2012), essa dimensão pode ser traduzida através de uma sensação de conexão, da experiência de fazer a diferença. Nesse quadro, o senso de pertencimento pode promover um sistema de relações que desempenha uma importante função de suporte social, ou seja, ancorar o indivíduo no coletivo frente às demandas inerentes ao curso. No nosso contexto, entendemos que o senso de pertencimento do licenciando em Física é produto das seguintes componentes: i) sentimento de integração, em especial tomando o Instituto de Física enquanto Universo das relações subjacentes a esse sentimento; ii) percepção de que a sua participação na rotina de atividades no campus é valorizada pelos colegas; e iii) sensação de amparo nos colegas para enfrentar os desafios do curso.

Percepção de currículo: percepção do indivíduo acerca da relevância dos estudos previstos ao longo da sua graduação. É importante que essa percepção seja significada à luz do conceito de engajamento do estudante proposto por Zepke (2015). Nesse sentido, essa dimensão pode ser traduzida pela aproximação entre a agência do estudante, os conhecimentos edificados ao longo do curso, bem como as situações em que esses conhecimentos são mobilizados. Em consequência disso, o sujeito é capaz de situar a própria trajetória acadêmica como produto do seu engajamento, significando a relevância das disciplinas cursadas à luz dos seus objetivos que o levaram a ingressar no curso. Segundo Tinto (2017), a vivência do estudante em uma disciplina contribui para a sua percepção de currículo a partir dos

seguintes elementos: i) perceber que o seu processo de aprendizagem é importante para o professor; ii) sentir que a aula consiste em um momento valorizado e qualificado; e iii) perceber a importância dos conteúdos abordados.

Metodologia de pesquisa

Desenvolvemos um estudo de caso exploratório, único e holístico na acepção de Yin (2011), onde o nosso caso consistiu na turma de ingressantes³ do curso de Licenciatura em Física do IF/UFRGS no primeiro semestre de 2018. Aplicamos um questionário sobre a persistência dos estudantes ao final do semestre para os 21 participantes do estudo e conduzimos entrevistas semiestruturadas com sete estudantes⁴. A partir do questionário, aventamos, em especial, os construtos preditores da motivação e a “intenção de persistência” em função da composição por uma série de afirmativas (cujos valores foram normalizados em uma escala de zero a dez). Em particular na Questão 14 do questionário, os estudantes manifestaram sua concordância com os itens apresentados, contrastando a percepção no momento da aplicação do instrumento (final do semestre) com a projeção da sua percepção no começo do semestre.

Resultados

Os Estudantes 1 e 12⁵ não puderam ser analisados a partir da atualização da “intenção da persistência”, pois se comprometeram com a concordância máxima nas assertivas relacionadas em ambos momentos de resposta. A seguir, produzimos uma análise sobre cada uma das dimensões de interesse em relação à “intenção de persistência”.

Crenças de autoeficácia

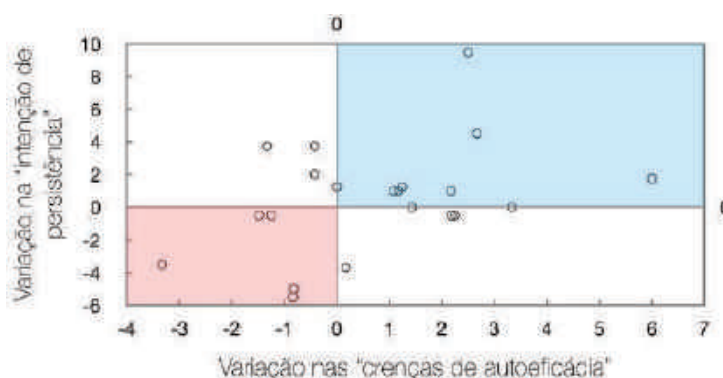


Figura 2 - Distribuição dos estudantes em função das variações nas "crenças de autoeficácia" e "intenção de persistência" (os autores)

A Figura 2 apresenta a distribuição dos estudantes em virtude das variações apresentadas nas “crenças de autoeficácia” e na “intenção de persistência”. Salientamos que essas relações encontradas acerca das mudanças nas percepções dos estudantes se deram de maneira coerente com o modelo de motivação da

3 Foram incluídos os estudantes que ingressaram em 2018/01 e cursaram até o final da primeira etapa, devido a esse critério ficaram excluídos os demais estudantes que migraram para o novo currículo, bem como dois sujeitos que ingressaram, mas não vivenciaram a primeira etapa.

4 O questionário e roteiro das entrevistas semiestruturadas estão disponíveis através de: https://drive.google.com/drive/folders/125Q1lcSYIO9btr2T1dfkbPfy_1aBwHWJ?usp=sharing

5 Portanto, os resultados preliminares apresentados nesse trabalho serão referentes a um conjunto de 19 estudantes, apesar do nosso caso consistir em uma turma de 21 ingressantes. Os Estudantes 1 e 12 serão contemplados em uma fase posterior de análise que agrupará as dimensões do modelo.

persistência (TINTO, 2017) para 14 dos 18 participantes, aqueles abarcados nas regiões azul e vermelha destacadas na Figura 2. O Estudante 6 também não figurou na análise dessa dimensão, pois não apresentou mudança no construto “crenças de autoeficácia”.

Houve três sujeitos que apresentaram variação positiva nas “crenças de autoeficácia” acompanhada de uma redução na “intenção de persistência”. Dentre esses, os Estudantes 2 e 3 apresentaram uma divergência nos resultados quando investimos na triangulação entre as fontes quantitativa e qualitativa do nosso questionário. Achamos adequado considerar uma percepção positiva quanto à persistência para ambos sujeitos. Para ilustrar essa nossa decisão, expomos a fala da Estudante 2:

Não penso em sair [sobre ter acontecido alguma situação que a fez refletir sobre evadir do curso], nunca pensei. [...] meu sonho é ser qualificada para dar aula, para melhor compreender meus alunos e aonde estão suas dificuldades. Essas sensibilidades, na Licenciatura posso entendê-las melhor.

Portanto, redimensionamos a “intenção de persistência” dos Estudantes 2 e 3 como uma expressão positiva da sua motivação em persistir e, por conseguinte, coerente com a perspectiva do modelo da persistência (TINTO, 2017). O terceiro estudante desta categoria é o Estudante 10, que foi fortemente influenciado pelo “senso de pertencimento” como aspecto desmotivante a partir das suas vivências ao longo do semestre. Ele afirma:

No começo do semestre eu me sentia bem integrado socialmente, mas com o tempo isso foi diminuindo. [...] aparece mais fora da sala de aula [o problema de integração], até mais com veteranos. Acontece mais no diretório acadêmico, com algumas pessoas. Sinto que não sou bem-vindo naquele ambiente.

Houve três sujeitos que apresentaram variação negativa nas “crenças de autoeficácia” acompanhada de um aumento na “intenção de persistência”. Dentre esses, os Estudantes 13 e 19 manifestaram uma influência substancial da dimensão “senso de pertencimento” no fomento à persistência, apesar da adversidade das “crenças de autoeficácia”. Para ilustrar essa influência, apresentamos a fala da Estudante 13:

Muitos veteranos nos falavam que, se tu rodar não tem problema nenhum, é capaz de tu aprender ainda mais que muitos que passaram direto. [...] Tem pessoas próximas de mim aqui na faculdade que rodaram junto comigo, daí decidimos dar mais uma chance. Não importa o que aconteça, nem que a gente rode em tudo, vamos dar mais uma chance pro curso. Esse apoio é o que me ajuda a continuar mais um semestre.

Essa manifestação apresenta elementos dessa busca por um ancoramento no coletivo para lidar com as dificuldades do curso. A terceira estudante dessa categoria é a Estudante 11, que consiste em uma situação muito particular, pois não apresenta nenhum compromisso com a meta de se graduar no curso que ingressa. Desde o princípio deixa evidente que não tem a intenção de levar o curso a termo⁶. Ela afirma:

Particularmente, não [considero importante a obtenção do diploma de graduação no curso]. Porque desejo trocar de curso. [...] Entrei no curso já com a intenção de sair, pois o curso que desejo não tem na UFRGS.

6 O aumento da sua “intenção de persistência” parece ser produto de outras interações, não explícitas no modelo de referência, a partir do processo de “identificação com o curso”.

Dessa forma, tivemos quatro situações que não apresentaram as mudanças conforme a expectativa do modelo de motivação da persistência (TINTO, 2017). Exploramos o papel desempenhado pelo “senso de pertencimento” para elucidar as mudanças quanto à persistência do Estudante 10 (negativamente) e dos Estudantes 13 e 19 (positivamente), dimensão do modelo que será retomada na seção subsequente. Por último, caracterizamos o caso da Estudante 11, a qual ingressa no curso de Licenciatura sem nenhum compromisso de levá-lo a termo.

Senso de pertencimento

A Figura 3 apresenta a distribuição dos estudantes em virtude das variações apresentadas no “senso de pertencimento” e na “intenção de persistência”. Salientamos que essas relações encontradas acerca das mudanças nas percepções dos estudantes se deram de maneira coerente com o modelo de motivação da persistência (TINTO, 2017) para 14 dos 19 participantes, aqueles abarcados nas regiões azul e vermelha destacadas na Figura 3.

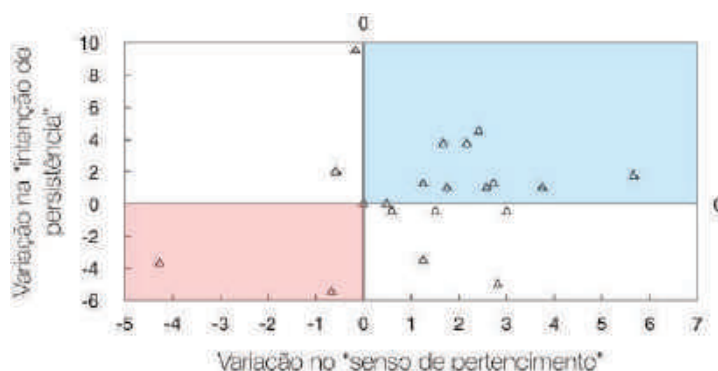


Figura 3 - Distribuição dos estudantes em função das variações no "senso de pertencimento" e "intenção de persistência (os autores)

Houve quatro sujeitos que apresentaram variação positiva no “senso de pertencimento” acompanhada de uma redução na “intenção de persistência”: os Estudantes 4, 5, 15 e 20. Eles apresentaram indícios de que a principal fonte de desmotivação se deu a partir da dimensão “crenças de autoeficácia”. O “senso de pertencimento” atua nesse quadro produzindo uma contrapartida. Para ilustrar essa asserção, apresentamos a fala do Estudante 5:

O fato de eu ter tido uma base pobre e ter muitas dificuldades me fez refletir se era isso mesmo que eu queria. Eu só permaneci no curso, pois vi que era “normal”, e também os amigos que fiz.

Interpretamos como um elemento representativo da sensação de pertencimento o que o Estudante 5 menciona quando percebeu que era normal enfrentar dificuldades com as demandas do curso. Os Estudantes 11 e 16 apresentaram variação negativa no “senso de pertencimento” acompanhada de um aumento na “intenção de persistência”. Por sua vez, a Estudante 16 acaba integrando essa categoria por uma variação mínima em uma das suas componentes, ao passo que manifestou concordância máxima com todas as demais. Portanto, consiste em uma situação particular onde não há uma mudança positiva no construto, apesar dos valores altos de concordância para quase todas as suas componentes.

Dessa forma, tivemos cinco situações que não apresentaram as mudanças conforme a expectativa do modelo de motivação da persistência (TINTO, 2017). Salientamos o papel desempenhado pelas “crenças de autoeficácia” para elucidar as mudanças negativas quanto a persistência dos Estudantes 4, 5, 15 e 20. Ademais, a

Estudante 11, situação particular salientada na seção anterior, figura com níveis positivos quanto à “intenção de persistência” apesar de percepções negativas quanto às dimensões “crenças de autoeficácia” e “senso de pertencimento”.

Percepção de currículo

A Figura 4 apresenta a distribuição dos estudantes em virtude das variações apresentadas na “percepção de currículo” e na “intenção de persistência”. Salientamos que essas relações encontradas acerca das mudanças nas percepções dos estudantes se deram de maneira coerente com o modelo de motivação da persistência (TINTO, 2017) para 11 dos 15 participantes, aqueles abarcados nas regiões azul e vermelha destacadas na Figura 4. Há quatro estudantes que não foram contemplados nessa seção, pois não tiveram variação ao longo do semestre, apesar de manifestarem valores altos para a dimensão de interesse.

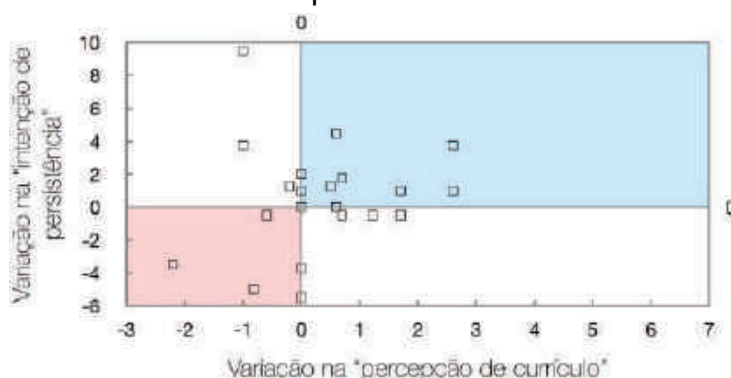


Figura 4 - Distribuição dos estudantes em função das variações na "percepção de currículo" e "intenção de persistência" (os autores)

O Estudante 20 apresenta uma diminuta mudança positiva quanto à “percepção de currículo”. Entretanto, assim como discutido na seção anterior, a redução importante que aparece nas componentes das suas “crenças de autoeficácia” parece ser responsável pela queda na “intenção de persistência”. Podemos apontar que as pequenas mudanças positivas em “senso de pertencimento” e “percepção de currículo” exerceram uma função protetiva diante da influência das “crenças de autoeficácia”, pois a redução na persistência não foi da mesma magnitude que àquela apresentada na autoeficácia.

Os Estudantes 6, 13 e 16 apresentam uma redução na “percepção de currículo” enquanto manifestam aumento na “intenção de persistência”. Essa dissonância está relacionada com vivências distintas experienciadas nas diferentes disciplinas da primeira etapa do curso. Para ilustrar esse aspecto, apresentamos a fala da Estudante 16:

Ao longo do curso fui me decepcionando com alguns professores, por perceber que o objetivo deles não é ensinar, mas sim trabalhar para receber seus salários ao fim do mês. Percebo isso em professores que não são formados em licenciatura. [...] na minha opinião aprendo muito mais nas cadeiras de licenciatura do Instituto de Física.

Dessa forma, tivemos quatro situações que não apresentaram as mudanças conforme a expectativa do modelo de motivação da persistência (TINTO, 2017). Salientamos, assim como fizemos na seção anterior, a influência das “crenças de autoeficácia” na mudança negativa quanto a persistência do Estudante 20. Ademais, tivemos três situações nas quais o construto não se mostrou adequado para representar a motivação em persistir devido às percepções distintas nas diferentes disciplinas da primeira etapa.

Considerações finais

No presente trabalho, reportamos os resultados preliminares de um estudo de caso realizado no contexto do curso de Licenciatura em Física do IF/UFRGS. Fundamentalmente, nos dedicamos a explorar em que medida os elementos do modelo de motivação da persistência (TINTO, 2017) são adequados para a compreensão do processo de permanência dos estudantes nesse contexto particular de uma Universidade pública brasileira. Como principal asserção, os construtos medulares do modelo são preponderantes na influência da intenção de persistência dos estudantes, ainda que analisados isoladamente, já apontamos influências dentre as dimensões para a compreensão de casos particulares. Como perspectivas futuras, pretendemos apresentar uma análise agrupada dessas dimensões, que corroboram a adequação do núcleo do modelo. Ademais, pretendemos investigar quais as possíveis relações do processo de “identificação com o curso” (expresso em particular no caso da Estudante 11) com as demais dimensões do modelo, para melhor representar o processo de permanência dos licenciandos no nosso contexto.

Referências bibliográficas

- ARRUDA, S. M. et al. Dados comparativos sobre a evasão em física, matemática, química e biologia da Universidade Estadual de Londrina: 1996 a 2004. **Caderno brasileiro de ensino de física**, Florianópolis Vol. 23, n. 3, p. 418-438, dez. 2006.
- BANDURA, A. **Self-efficacy: The exercise of control**. New York: WH Freeman, 1997.
- BARDAGI, M.; HUTZ, C. S. Evasão universitária e serviços de apoio ao estudante: uma breve revisão da literatura brasileira. **Psicologia Revista**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 279-301, 2005.
- DAITX, A. C.; LOGUERCIO, R. Q.; STRACK, R. Evasão e retenção escolar no curso de licenciatura em química do Instituto de Química da UFRGS. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 153-178, ago. 2016.
- EVANGELHO, B. V. et al. Permanência no Curso de Licenciatura em Física da Unipampa Campus Bagé: um estudo exploratório com estudantes em fase final de curso. **Revista Thema**, v. 16, n. 3, p. 501-515, jul-set. 2019.
- GOMES, A. M.; MORAES, K. N. Educação superior no Brasil contemporâneo: transição para um sistema de massa. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 33, n. 118, p. 171-190, jan-mar. 2012.
- LIMA JUNIOR, P. R. M.; OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Análise dos condicionantes sociais da evasão e retenção em cursos de graduação em Física à luz da sociologia de Bourdieu. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 37-60, ago. 2012.
- MASSI, L.; VILLANI, A.. Um caso de contratendência: baixa evasão na licenciatura em química explicada pelas disposições e integrações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 975-992, dez. 2015.
- MENEZES, D. P. et al. A física da UFSC em números: evasão e gênero. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 324-336, abr. 2018.
- STRAYHORN, T. L. **College students' sense of belonging: A key to educational success for all students**. New York: Routledge, 2012.
- TINTO, V. Through the Eyes of Students. **Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice**, v. 0, p. 1-16, dez. 2017.
- YIN, R. K. **Qualitative research from start to finish**. New York: The Guilford, 2011.
- ZEPKE, N. Student engagement research: Thinking beyond the mainstream. **Higher Education Research & Development**, v. 34, n. 6, p. 1311-1323, mai. 2015.

UM ESTUDO LONGITUDINAL SOBRE OS SABERES DOCENTES MOBILIZADOS POR LICENCIANDOS EM FÍSICA

A LONGITUDINAL STUDY ABOUT THE TEACHING KNOWLEDGE MOBILIZED BY UNDERGRADUATES IN PHYSICS EDUCATION

Jéssica dos Reis Belíssimo¹, Fabiano Willian Parma², Roberto Nardi³

¹ UNESP/Faculdade de Ciências/Pós-graduação em Educação para a Ciência, jessica.belissimo@unesp.br

² UNESP/Faculdade de Ciências/Pós-graduação em Educação para a Ciência, f.parma@unesp.br

³ UNESP/Faculdade de Ciências/Departamento de Educação, r.nardi@unesp.br

Resumo

Essa comunicação decorre de um estudo que procura analisar como os imaginários de licenciandos em Física de uma Universidade Pública do estado de São Paulo se modificam ao longo da formação inicial e como o curso contribuiu para a formação dos saberes docentes. A constituição de dados ocorreu por meio de questionários, que foram aplicados anualmente nas disciplinas do eixo pedagógico da matriz curricular do curso. A fundamentação teórica e metodológica foi embasada na Análise de Discurso Peuchetiana e em referenciais que pesquisam aspectos sobre a formação de professores, prática docente e as influências da produção acadêmica na formação inicial ou continuada de professores. Entre os resultados obtidos, foi possível identificar nas formações discursivas dos licenciandos indícios de elementos provenientes da pesquisa em Ensino de Ciências. As representações são embasadas em discussões sobre o papel social da Ciência, História e Filosofia da Ciência e a contextualização dos conteúdos específicos com o cotidiano dos alunos. Além disso, nota-se que as condições de produção dos discursos foram fundamentais para a mudança das representações sobre as temáticas estudadas e para a mobilização de saberes docentes. Tais mudanças foram constituídas através das condições materiais das produções discursivas num contexto de universidade como instituição social. Não fossem tais circunstâncias promovidas pelo curso de licenciatura, os imaginários desses futuros professores não mudariam, uma vez que o sujeito do discurso estabelece relações com suas condições reais de existência.

Palavras-chave: Formação inicial de professores, ensino de ciências, saberes docentes, análise de discurso.

Abstract

This communication stems from a study that seeks to analyze how the imaginary of undergraduate physics education students at a public university in the state of São Paulo change during their initial training and how the course contributed to the formation of teaching knowledge. The constitution of data occurred through questionnaires, which were applied annually in the disciplines of the pedagogical axis of the course's curriculum matrix. The theoretical and methodological basis was based on Peuchetian Discourse Analysis and on references that research aspects on teacher education, teaching practice and the influences of academic production on initial or

continuing teacher education. Among the results obtained, it was possible to identify in the discursive formations of the undergraduate students evidence of elements from research in Science Teaching. The representations are based on discussions about the social role of Science, History and Philosophy of Science and the contextualization of specific contents with the students' daily lives. In addition, it is noted that the conditions of production of the speeches were fundamental for the change of representations about the themes studied and for the mobilization of teaching knowledge. Such changes were constituted through the material conditions of discursive productions in the context of the university as a social institution. Were it not for such circumstances promoted by the undergraduate course, the imaginary of these future teachers would not change, since the subject of the discourse establishes relations with their real conditions of existence.

Keywords: Initial training of teachers, science teaching, teaching knowledge, discourse analysis.

Introdução

A investigação em Ensino de Ciências vem ganhando seu espaço no decorrer dos anos, fortalecendo a implementação de programas de pós-graduação relacionados a essa área e, conseqüentemente, as discussões sobre a formação inicial de professores. Esse cenário também está presente no Brasil, o que nos proporciona um volume considerável de publicações que sugerem tendências e apontam lacunas, evidenciando caminhos promissores para darmos sequência na busca por soluções para as principais problemáticas da área (NARDI, 2014).

Nessa perspectiva, buscando contribuir com a pesquisa na área, essa investigação tem como foco estudar representações de futuros professores de Física, desde o ingresso na universidade até a conclusão do curso de licenciatura acerca de conhecimentos científicos, saberes e práticas docentes.

O estudo envolveu uma amostra de estudantes de um curso de licenciatura em Física de uma universidade pública brasileira do interior do estado de São Paulo. Teve como objetivo compreender como o imaginário desses licenciandos se modificou ao longo da formação inicial e como o curso contribuiu para a formação dos saberes docentes.

A fundamentação teórica está embasada em discussões sobre a Análise de Discurso Peuchetiana, desenvolvida no Brasil por Eni Orlandi (2003). Além disso, também foram utilizados referenciais que pesquisam aspectos sobre a formação de professores, prática docente e as influências da produção acadêmica na formação inicial ou continuada (CONTRERAS, 2002; TARDIF, 2014; NARDI, 2014).

Contextualização sobre os Saberes Docentes

Segundo Tardif (2014), desde a década de 1980 inúmeras pesquisas buscam delinear a natureza desses saberes, discutindo questões relacionadas a identidade profissional. Tais estudos ocasionaram a constituição de diferentes concepções sobre o assunto, valorizando e legitimando a importância dos saberes docentes no desenvolvimento profissional de professores. Essa diversidade de tipologias é denominada por Tardif de “pluralismo epistemológico” e mostra a multiplicidade de

explicações que os pesquisadores vêm destinando à noção de saber docente. Nesse sentido, é importante destacar os aspectos dos saberes docentes que embasam nossas análises.

Gauthier *et al.* (2013) defendem em seu trabalho que a compreensão dos saberes docentes está vinculada ao exercício profissional desses professores, isto é, os saberes subordinam-se ao contexto histórico e social no exercício da profissão e, neste caso, não podem ser desassociados da prática docente. O grupo de Gauthier se preocupou em organizar um reservatório de conhecimentos que compreende diferentes saberes estimulados pelo professor e por suas intervenções, os quais listamos a seguir.

Saberes Experienciais: são aqueles construídos na prática da profissão, ou seja, são desenvolvidos de acordo com as estratégias de ensino e as maneiras de “fazer” dos docentes. São testados e consolidados na sala de aula.

Saberes da Ação Pedagógica: ocorrem quando os saberes experienciais passaram pelo processo de validação e são divulgados, dando liberdade para investigações e para o estabelecimento de regras capazes de orientar a prática pedagógica de outros professores.

Saberes Curriculares: estão relacionados com os saberes construídos pelos professores e derivados dos programas de ensino que orientam sua prática. De acordo com Gauthier *et al.* (2013), esses programas são produzidos por professores especialistas e orientam o processo de ensino dos professores em sala de aula.

Saberes Disciplinares: esses saberes não são construídos pelos professores, todavia possuem um papel importante na sala de aula, já que estão relacionados com o conhecimento específico de cada assunto. É importante a prática pedagógica levar em consideração tais saberes, visto que não se pode ensinar o que não se sabe. Os saberes disciplinares são construídos pelos cientistas com o objetivo de promover explicações acerca do mundo e possibilitar intervenções.

Saberes das Ciências da Educação: são saberes específicos, construídos pelo professor durante sua formação e seu trabalho, quer dizer, estão associados com o contexto em que esse professor está inserido e envolvem diversas questões conexas ao ambiente; às condições de trabalho; aos regulamentos normativos; às articulações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); às relações de História e Filosofia da Ciência (HFC); à linguagem; dentre outras.

Saberes da Tradição Pedagógica: esses saberes estão ligados ao processo de aculturação e são construídos pelos professores mesmo antes de entrarem em um curso de formação docente. Segundo Gauthier *et al.* (2013), tais saberes são concebidos pelas representações elaboradas por cada pessoa a respeito da escola.

Metodologia

Estudos longitudinais, como é o caso desta pesquisa são pesquisas “nas quais se analisa um processo ou situação interessante novamente, em uma etapa posterior à coleta de dados” Flick (2009, p. 136). Dessa forma, nesta pesquisa os dados foram constituídos em quatro momentos por meio de questionários. Inicialmente, 49 licenciandos participaram da pesquisa; no segundo ano, somente 11 desses alunos voltaram a responder o questionário; já no terceiro ano, obteve-se dados de oito discentes; por fim, responderam ao último questionário, no quarto ano,

apenas três estudantes que haviam participado desde o início. Ao final deste período, somente um dos licenciandos concluiu o curso no tempo mínimo previsto. A queda no número de licenciandos, apesar de revelar uma realidade preocupante e negativa, se mostra coerente com dados publicados em trabalho anterior, desenvolvido por Kussuda (2017), no qual buscou-se analisar a evasão do curso de Física dessa mesma universidade.

A análise dos dados foi realizada utilizando dispositivo analítico embasado nos estudos de Análise de Discurso. Segundo Pêcheux (2010, p. 82), "todo processo discursivo supõe a existência de formações imaginárias". Neste caso, as condições de produção dos discursos aconteceram ano a ano, em disciplinas cursadas pelos alunos, desde o ingresso na universidade, em anos sequenciais, e até ao final do curso.

Condições de Produção dos Discursos

A enunciação dos discursos aconteceu nas disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física (MPEF) I, III, V e Didática da Ciência. Essas disciplinas estão dentro do eixo 2, chamado "A Formação dos Conhecimentos Didático-Pedagógicos do Professor de Física – eixo articulador do curso", da matriz curricular do curso de licenciatura analisado.

Ao traçarmos um panorama da pesquisa, com relação ao número de ingressantes da licenciatura em Física que participaram da amostra, notamos que a maior parte cursou o Ensino Médio regular; uma metade era proveniente de escolas particulares e a outra de escolas públicas e/ou técnicas. Esses dados que já foram divulgados em eventos da área (NARDI *et al.*, 2019; PARMA *et al.*, 2018; BELÍSSIMO *et al.*, 2019).

Dessa forma, conhecendo o perfil dos licenciandos, estabelecemos uma ponte entre a identificação do sujeito, ou seja, de onde ele fala, buscando sentidos em seu discurso, considerando quem é esse sujeito, o que ele diz, para quem e de onde ele fala, e identificando, assim, conexões de sentidos no discurso do sujeito estudado.

Em tal contexto há uma relação de poder, pois o aluno acaba assumindo a função de autor do discurso e o pesquisador o papel de leitor, de analista. E, mesmo que os pesquisadores tenham deixado claro que as respostas dadas aos questionários não seriam consideradas nas avaliações das disciplinas, os licenciandos, por mecanismo de antecipação, tentam atingir as "expectativas" dos pesquisadores. Esta análise foi realizada utilizando as produções discursivas do único licenciando que participou de todas as coletas de dados e conseguiu concluir o curso dentro do prazo estabelecido, seguindo sequencialmente as disciplinas da matriz curricular vigente.

O licenciando participante da pesquisa

Caio (nome fictício) cursou o ensino médio regular em uma escola privada e frequentou um curso preparatório para o vestibular. Antes de optar por Física, ingressou no bacharelado de Engenharia Civil em uma universidade pública do estado de São Paulo. Nesse período atuou como monitor da disciplina de Física em uma escola particular de sua cidade e, segundo ele, foi essa experiência que lhe despertou seu interesse pela docência. Ao iniciar o curso de licenciatura em Física, ele continuou

ministrando monitorias e aulas particulares as quais, em suas próprias palavras, lhe proporcionaram “uma experiência extremamente importante e necessária”.

Nos primeiros anos da graduação demonstra a intenção de continuar atuando como professor na educação básica e, posteriormente, realizar uma pós-graduação na área de Educação ou Astronomia. Já, nos últimos anos, suas expectativas profissionais estão vinculadas com a docência no ensino superior.

Análise dos Dados

Levando em consideração as produções discursivas de Caio, e compreendendo o perfil pessoal e o contexto social em que ele está inserido, foi possível identificar quais saberes docentes foram mobilizados por ele durante a formação inicial no curso de licenciatura em Física. Para tanto, na análise e interpretação utilizamos suas respostas e, conseqüentemente, suas formações discursivas durante os questionamentos.

No primeiro ano do curso, quando foi questionado sobre as características de uma “boa aula” e sobre o significado da prova (avaliação), ele construiu os seguintes discursos:

Para mim, uma boa aula deve ser apresentada como uma forte base teórica que expliquem as fórmulas e exemplos, exercícios. (Resposta de Caio sobre as características de uma boa aula).

Além de avaliar o quanto o aluno aprendeu ela pode avaliar aonde o professor pode reajustar sua aula, isso se for analisado com cautela o desempenho dos alunos. (Resposta de Caio sobre o significado de uma prova).

Analisando suas respostas é possível identificar em seu discurso os *saberes da tradição pedagógica*, uma vez que está presente, muitas vezes, no imaginário de docentes da escola básica e do ensino superior, de que uma boa aula envolve uma grande quantidade de conteúdos e resoluções de exercícios de maneira repetitiva, priorizando a memorização de fórmulas. Também é uma prática comum utilizar a ‘prova’ simplesmente como um instrumento para análise do desempenho do aluno. No segundo ano do curso, quando questionado sobre o que é Ciência, como ela se desenvolve e quais são suas contribuições para sociedade, podemos evidenciar o seguinte trecho:

Ciência é extremamente difícil de se definir. Várias teorias tentam defini-la e todas tem seus pontos positivos e negativos (Indutivismo, Falsificacionismo...). Sem a ciência nossa sociedade moderna não existiria. Fica claro quão grande é a importância da ciência no nosso cotidiano. (Resposta de Caio sobre a Ciência).

Nesse trecho, Caio articula os *saberes ciência da educação*, uma vez que, no período em que ocorreu a coleta de dados, o aluno cursava a disciplina Filosofia da Ciência. Nessa disciplina, consta como no plano de curso referência sobre o livro de Chalmers intitulado “O que é ciência afinal?”. Neste livro há citação sobre “duas explicações simples mas inadequadas da ciência, às quais se refere como indutivismo e falsificacionismo.” (CHALMERS, 1993, p.22).

No terceiro ano, quando Caio é questionado sobre as características de uma “boa aula” e, se os conteúdos de HFC deveriam ser trabalhados no Ensino Médio, ele dá as seguintes respostas:

Uma boa aula deve ser clara, abordar diferentes métodos de explicação e se adequar a diferentes contextos e alunos, visando uma maior aproximação com o público. (Resposta de Caio sobre as características de uma boa aula).

Sim, os conteúdos de História e Filosofia da ciência (HFC) devem ser trabalhados em ensino médio. Tais conteúdos quebram com a ideia de uma ciência linear, feita por gênios e pode estimular os alunos. Acredito que poderia ser trabalhada de maneira simultânea aos conteúdos já ministrados, mostrando o que influenciou na “confecção” daquela determinada teoria. (Resposta de Caio sobre trabalhar conteúdo de HFC no ensino médio).

Nessas falas, Caio elucida a importância em relacionar os diferentes tipos de metodologias de ensino e o contexto do aluno. É possível identificar aí a mobilização dos *saberes disciplinares e da ciência da educação*, possibilitada pelas disciplinas de Metodologias e Práticas de Ensino de Física, uma vez que elas constroem um eixo articulador na matriz curricular do curso e são elaboradas levando em consideração as pesquisas em ensino de Física, as discussões entre CTSA, HFC e as disciplinas específicas.

Finalmente, no último ano, destacamos os discursos de Caio acerca do “professor exemplar” e as formas de abordar os conteúdos de Física:

Um professor exemplar é aquele que possui uma pluralidade de metodologias e sabe, por meio da reflexão, o momento certo de aplicá-las. (Resposta de Caio sobre o professor exemplar).

Tendo em mente a formação de um cidadão crítico, abordaria os temas acima por meio de aspectos da HFC, mostrando o desenvolvimento histórico dos conceitos e sua evolução, bem como por meio de abordagens CTSA, tornando o cidadão apto para opinar sobre questões científicas que influenciarão em sua vida. (Resposta de Caio sobre as formas de abordar os conteúdos de Física).

Nessas produções discursivas fica evidente que Caio mobiliza os *saberes disciplinares e da ciência da educação*, uma vez que se mostra consolidado em suas representações imaginárias, a importância das diferentes abordagens metodológicas e da reflexão sobre a ação, que é o produto do diálogo estabelecido nas aulas Metodologias e Práticas Pedagógicas de Ensino de Física e nas aulas de Estágio Curricular Supervisionado. Também é possível identificar em seus discursos marcas discursivas das disciplinas do eixo três da matriz curricular.

Considerações Finais

Analisando os discursos considerados, nota-se a importância das condições de discurso (língua, instituição e formações imaginárias) nas mudanças dos sentidos produzidos pelo licenciando em relação ao conhecimento científico, saberes e práticas docentes. Também é possível identificar em suas formações discursivas a presença de alguns elementos provenientes da pesquisa em Ensino de Ciências. Suas representações são embasadas em discussões sobre o papel social da Ciência, HFC e a contextualização dos conteúdos, considerando o cotidiano dos estudantes. Portanto, é possível inferir que as produções da área da pesquisa em ensino de Ciências atribuem significado para ele, pois constituem parte da sua memória discursiva.

Tais mudanças foram constituídas através das condições materiais de produção dos dizeres do licenciando, num contexto de Universidade como instituição social. Não fossem tais circunstâncias promovidas pelo curso de licenciatura, o imaginário desse aluno não mudaria, uma vez que o sujeito do discurso estabelece relações com suas condições reais de existência - o contexto - através das formações imaginárias que o governam. Isso demonstra o impacto que o curso de Física (projeto

pedagógico e o desenho da estrutura curricular) e a pesquisa realizada na Universidade têm sobre esse aluno.

Agradecimentos e Apoios

Agradecemos à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal do Ensino Superior e ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa e aos autores.

Referências

- BELÍSSIMO, J. R.; PARMA, F. W.; NARDI, R. Representações de licenciandos em Física sobre a Avaliação da Aprendizagem. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 23.*, 2019, Salvador. **Anais [...]** São Paulo: SBF, 2019. p. 1-8.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** (2a ed.), São Paulo: Brasiliense. 1993.
- CONTRERAS, J. **A autonomia de professores.** São Paulo: Cortez, 2002.
- FLICK, U. **Uma introdução a pesquisa qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J. F.; MAIO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia:** pesquisas sobre o saber docente. Trad: Francisco Pereira. 3. ed. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2013. p. 480.
- KUSSUDA, S. R. **Um estudo sobre a evasão em um curso de Licenciatura em Física:** discursos de ex-alunos e professores. Orientador: Roberto Nardi. 2017, 307 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.
- NARDI, R.; BELÍSSIMO, J. R.; PARMA, F. W. A longitudinal study on the imaginary of future physics teachers about 'learning assessment'. **Journal of Physics: Conference Series.** IOP Publishing, 2019. p. 012047.
- NARDI, R. Memórias do Ensino de Ciências no Brasil: à constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação. **Revista do IMEA-UNILA**, v.2, n.2 p. 13-46, 2014.
- PARMA, F. W.; BELÍSSIMO, J. R.; NARDI, R. Um estudo longitudinal sobre os imaginários de licenciandos em Física: as habilidades de um 'professor exemplar' e o seu papel em sala de aula. *In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 17.*, 2018, Campos do Jordão. **Anais [...]** São Paulo: SBF, 2018. p. 1-8.
- PÊCHEUX, M. Análise automática do discurso. *In: GADET, F.; HAK, T. Por uma análise automática do discurso:* uma introdução à obra de Michel Pêcheux. 5. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2010.
- ORLANDI, E. L. P. **Análise de Discurso:** princípios e procedimentos. 5. ed. Campinas: Pontes, 2003. 100 p.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Trad: Francisco Pereira. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014. p. 328.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO DE UM PROFESSOR DE FÍSICA EXPERIENTE: UM ESTUDO DE CASO

CONSIDERATIONS ABOUT THE PEDAGOGICAL KNOWLEDGE OF THE CONTENT OF AN EXPERIENCED PHYSICS TEACHER: A CASE STUDY

Karoline Cristina Arruda Sanches¹, João Paulo Fernandes², Glauco S F Silva³

¹CEFET/RJ / Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE),
crisarrus@gmail.com

²CEFET/RJ – Campus Petrópolis/ Licenciatura em Física, joao.fernandes@cefet-rj.br

³CEFET/ RJ / Campus Petrópolis/ Licenciatura em Física/ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, glaucosilva@cefet-rj.br

Resumo

O presente texto tem por objetivo apresentar uma análise preliminar do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) a partir de um relato da trajetória pessoal e profissional de um professor de física experiente. O relato faz parte de um estudo de caso em andamento composto por um conjunto de entrevistas cujo registro tomado possibilita o vislumbre dos conhecimentos do professor a partir da descrição de alguns episódios do professor sobre o ensino de física e sua formação do docente. A análise dos conhecimentos identificados no estudo de caso será pautada nos modelos de Shulman (1987) do PCK e sua posterior apresentação com o modelo de cúpula. Analisando trechos das entrevistas, podemos perceber algumas ações e estratégias mobilizadas ao longo da trajetória profissional e de episódios ocorridos no ambiente escolar do docente de física que marcaram seu percurso. Por meio da manifestação dos conhecimentos necessários à prática docente, verificados na narrativa do professor de física, como sua extensa utilização de experimentações e uma prática voltada para a centralidade do aluno no processo de ensino-aprendizagem, podemos explicitar o conjunto de conhecimentos que remetem à trajetória de construção de seu PCK como profissional docente.

Palavras-chave: Conhecimento Pedagógico; PCK; Professor de física; Ensino de Física.

Abstract

This text aims to present a preliminary analysis of the pedagogical knowledge of the content (PCK) from an account of the personal and professional trajectory of an experienced physics teacher. The report is part of a case study in progress composed of a set of interviews whose record allows the glimpse of the teacher's knowledge from the description of some episodes of the teacher about the teaching of physics and their teacher training. The analysis of the knowledge identified in the case study will be based on Shulman (1987) models of the PCK and its subsequent presentation with the PCK Summit. Analyzing parts from the interviews, we can see some actions and strategies mobilized throughout the

professional trajectory and episodes that occurred in the school environment of the physics teacher who marked his path. Through the manifestation of the knowledge necessary for teaching practice, verified in the narrative of the physics teacher, such as his extensive use of experiments and a practice focused on the centrality of the student in the teaching-learning process, we can explain the set of knowledge that refer to the trajectory of building his PCK as a teaching professional.

Keywords: Pedagogical Knowledge; PCK; Physics teacher; Physics Teaching.

Introdução

Apresentamos neste texto parte de uma pesquisa em andamento cujo objetivo é apresentar uma análise preliminar do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) a partir do relato pessoal e profissional da trajetória de um professor de física experiente. Neste artigo, procuramos explicitar a partir do material das entrevistas que compõem em parte o nosso estudo de caso, os conhecimentos vislumbrados no relato do Professor L, sobre sua atuação profissional no ensino de física e seu percurso formativo. Procuramos interpretar nesse estudo à luz do referencial do PCK os conhecimentos que emergem da experiência do professor L no ensino de física na educação básica.

Atentamos às impressões e reflexões sobre sua carreira, suas crenças e seus conhecimentos e algumas ações e estratégias aprendidas ao longo da trajetória profissional, que se destacam e remetem à trajetória de construção de seu PCK como profissional docente. Esse esforço justifica-se na afirmação de Fernandez (2015, p.520) de que “mais dados empíricos são necessários em distintos níveis para se entender como ocorre o desenvolvimento do PCK e embasar as políticas públicas de formação de professores de ciências”.

O PCK e as bases de conhecimentos dos professores

Discussões sobre a profissionalidade do professor são realizadas por correntes teóricas de pensamento bastante distintas e difundidas, recebendo destaque a dos conhecimentos dos professores que teve marco em Shulman (1987) e a do pensamento dos professores perpetrada por Schön, tendo como um de seus frutos teóricos a ideia de professor reflexivo. Consistindo numa discussão atual, a especificidade dos conhecimentos do professor suscita uma discussão entre a natureza de dois conceitos amplamente utilizados em pesquisa educacional: “os termos saberes e conhecimentos, apesar de muitas vezes serem usados como sinônimos, provêm de correntes teóricas distintas” (FERNANDEZ, 2015, p.503). Neste trabalho, optamos por adotar como referencial a obra de Shulman (1986/1987) por apresentar considerações sobre a importância de determinar um conjunto de conhecimentos específicos para estabelecer a profissão do professor e legitimar sua prática por meio de um conjunto de conhecimentos sistematizados.

Essa visão da profissão docente leva em consideração os conteúdos que devem ser adquiridos pelo professor para a formação de sua base de conhecimentos profissionais. São dois os principais trabalhos de Shulman que versam sobre o assunto com datas de publicação em anos subsequentes. O primeiro trabalho de 1986, o autor propõe que o professor deve possuir

conhecimentos em categorias, como a do conteúdo específico, a do conhecimento do currículo e a do conhecimento pedagógico do conteúdo. Essa última categoria de conhecimentos é a que dá nome a sigla PCK (*Pedagogical Content Knowledge*).

O PCK é o que diferencia o conteúdo do conhecimento específico ensinado por um professor do que um especialista possui sobre o mesmo assunto, pois para a formação do seu PCK, o professor deve transformar o conteúdo do conhecimento de maneira que se torne específico para o ensino (FERNANDEZ, 2011, p.2). A fim de realizar essa transposição é necessário que o professor tenha conhecimento do tema, do contexto para o qual ele será adaptado e conhecimento pedagógico necessário para realizar a adaptação.

O modelo de Shulman (1986) para o desenvolvimento do PCK passou por diversas adaptações e acréscimos. Outros modelos foram criados com o objetivo de particularizar o desenvolvimento de conhecimentos pedagógicos específicos, como o desenvolvimento do PCK para o ensino de ciências. O modelo mais recente e mais abrangente de desenvolvimento do PCK para o ensino de ciências, segundo Goes (2014), é o Modelo da Cúpula do PCK. Esse modelo teve origem da reunião de pesquisadores sobre o PCK com o interesse de construir um modelo consensual do PCK a partir dos diversos modelos existentes. O Modelo da Cúpula reúne cinco conhecimentos que compõem a base dos conhecimentos em adaptação aos sete propostos inicialmente por Shulman (1987). Nesse modelo, as crenças tanto dos professores quanto dos alunos ampliam as possibilidades do desenvolvimento do PCK. Goes (2014) diz que o Modelo da Cúpula engloba diferentes características dos modelos anteriores e podem ser identificados elementos dos modelos de Shulman (SH), de Raciocínio Pedagógico e Ação de Shulman (MRPA), Grossman (GR) e Magnuson e colaboradores (MG). De posse dessas informações, elaboramos um quadro com características de cada conhecimento do Modelo da Cúpula, baseadas em descrições dos modelos citados anteriormente que nos auxiliarão na interpretação e discussão dos conhecimentos identificados em nosso estudo de caso.

Quadro 1: características do Modelo da Cúpula

Modelo da Cúpula do PCK		
Tipo de conhecimento	Característica 1	Característica 2
Conhecimento da avaliação	“Avaliar a compreensão dos alunos durante o ensino”. (MRPA) (p.45)	“Avaliar seu próprio desempenho e adaptação”. (MRPA) (p.45)
Conhecimento pedagógico	“Corpo de conhecimentos gerais relacionados ao ensino”. (GR) (p.50)	“Alunos e aprendizagem, gestão de sala de aula, currículo e instrução, outros”. (GR) (p.50)
Conhecimento do conteúdo	“Diretamente relacionado ao conhecimento do tema”. (GR) (p.50)	_____
Conhecimento dos alunos	“Características sociais, culturais, psicológicas, individuais”. (GR) (p.52)	“Interesses relativos a vida pessoal, escolar, profissional, pontos fortes e limitações”. (GR) (p.52)
Conhecimento curricular	“Apropriação dos materiais curriculares disponíveis”. (GR) (p.51)	“Meios empregados para gerir o conteúdo de acordo com particularidades”. (GR) (p.51)

Fonte: GOES (2014)

Retornaremos a esse quadro, pois é ele que orienta a interpretação dos registros das entrevistas realizadas e nos possibilita explicitar os conhecimentos pedagógicos do Professor L.

Metodologia

Para investigar os elementos do PCK do Professor L, escolhemos realizar uma pesquisa qualitativa baseada num estudo de caso, pois assim é possível “uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real (...)” (YIN, 2001, p.21). Para tal, entrevistamos o Professor L que possui décadas de experiência na docência de física na escola de educação básica, recentemente aposentou-se das funções docentes e durante a última década de sua carreira profissional no magistério se aproximou da Universidade como supervisor do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e também do Estágio Supervisionado. O Professor L participou durante esses anos, em colaboração, na recepção às turmas de estágio em sua sala de aula, com disponibilidade para o acompanhamento e planejamento das aulas além do desenvolvimento de diversos projetos para a formação dos estagiários e alunos do ensino médio. Contamos com alguns episódios de sua referida colaboração profissional que se encontram registrados em vídeo gravações (SILVA e MATTOS, 2019). Portanto, temos a possibilidade de investigar uma trajetória profissional vasta em formação, diferentes contextos educacionais e experiências em sala de aula.

Realizamos um par de entrevistas com o Professor L que foram registradas em áudio, com o objetivo de escrutinar elementos em sua trajetória pessoal e profissional que pudessem ser interpretados e explicitados de acordo com o referencial do PCK. A primeira entrevista teve como objetivo uma investigação da trajetória pessoal e caracterização do nosso entrevistado. Foi uma entrevista do tipo aberta, com a menor estrutura possível, segundo as orientações de Manzini (2004). Essa estrutura possibilitou a fala livre do Professor L, sem uma condução específica por parte da entrevistadora.

Em nosso segundo encontro, optamos pela realização de uma entrevista semiestruturada, que contava com um roteiro diretivo, porém com as respostas não “condicionadas a uma padronização de alternativas” (MANZINI, 2004, p.2). O roteiro foi elaborado após uma breve análise do material transcrito da primeira entrevista. Posteriormente à análise preliminar, elaboramos três eixos temáticos, associados aos conhecimentos do professor necessários a construção do PCK: conhecimento do tema, dos contextos e pedagógicos. Ao primeiro eixo denominou-se **Sobre as escolhas pessoais e da profissão**, com perguntas voltadas para a escolha da física como disciplina e da profissão docente e o relacionamos ao conhecimento do tema. Ao segundo eixo denominou-se **Sobre o ensino e os momentos de ensino**, com perguntas voltadas para os diferentes contextos educacionais vividos, de acordo com o conhecimento dos contextos. E ao terceiro eixo denominamos **Sobre os conteúdos e atitudes pedagógicas** contando com perguntas sobre as práticas, estratégias e ações pedagógicas utilizadas em diferentes momentos, relacionando-o com o conhecimento pedagógico. A transcrição da segunda entrevista possibilitou identificar episódios e trechos representativos que apresentam elementos que se referem aos conhecimentos destacados no Quadro 1 sobre as características dos conhecimentos segundo o Modelo da Cúpula. De acordo com esse Quadro procedemos com análise do material transcrito e organizamos os elementos que

emergiram das entrevistas remetendo-os aos cinco conhecimentos da base desse modelo.

Elementos da construção do PCK do professor

Do conjunto de dados gerados nas entrevistas, separamos trechos e momentos que nos permitem entrever manifestações do conhecimento pedagógico do professor. Recobrando as características listadas no Quadro 1, apresentamos de maneira discriminada as associações que realizamos do relato do professor através de correlações aos conhecimentos da base do PCK.

- Conhecimento da avaliação

Característica 1: Avaliação da compreensão do aluno durante o ensino

Em certo momento da entrevista, o professor foi questionado sobre o seu papel na educação. Em sua narrativa, destacou a necessidade de motivação do aluno, e abordou o tema do sentido das aulas para eles e como torná-las mais interessantes. Por meio de atividade experimental, o Professor L procurava diversificar as aulas e por vezes os alunos não somente entendiam o conceito, mas demonstravam a compreensão desse aluno em uma dimensão que o professor jamais tinha pensado.

E imagina se essa aula tem uma experimentação onde o aluno pode interferir e descobrir algo, não vou dizer novo, mas pra ele sim. As vezes pro resto do grupo, até pro professor. Quantas vezes aconteceu do aluno falar algo dentro de sala e eu falar caramba, eu nunca tinha pensado nisso! (Entrevista 2)

Percebemos que o Professor L voltava sua percepção para as necessidades de aprendizagem dos alunos a ponto de articular diferentes estratégias para o seu aprendizado como reforçado por Goes (2014), e também que mantinha-se atento a devolutiva dos alunos sobre suas conclusões e realizava comparações com o seu próprio conhecimento.

Característica 2: Avaliar seu próprio desempenho e adaptação

Na segunda entrevista o professor promove uma comparação do modelo de docência que adotava no início de sua carreira em relação a experiências em diferentes instituições percebidas durante sua trajetória profissional, que resultaram na transformação sua prática e seu modelo de docência.

A gente começa a pegar esse modelo conteudista e começa a comparar com outras experiências de outras universidades. Como eu disse, da UERJ principalmente, da PUC um pouquinho também. Aí eu começo a lançar alguma coisa dentro de sala, vejo que o caminho ta muito bom, muito tranquilo e que o aluno ta gostando daquela forma; e aí eu começo a me transformar. (Entrevista 2)

O contato com diferentes instituições e diferentes formas de fazer docente influenciaram sua prática profissional e possibilitaram uma reconfiguração demonstrando um grande potencial de autoavaliação e adaptação sintetizado por Goes (2014) no que se refere ao conhecimento da avaliação no Modelo da Cúpula.

- Conhecimento pedagógico

Característica 1: Corpo de conhecimentos gerais relacionados ao ensino

O Professor L define sua crença sobre os aspectos da pedagogia do profissional docente destacando a importância do fazer para o ensino e no envolvimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

Eu acho que o papel do professor, mais uma vez eu digo, entra como facilitador. Ele tem que saber que tem uma responsabilidade muito grande de trazer o aluno para dentro do conteúdo, de trazer, de envolver o aluno o tempo todo. (Entrevista 2)

O professor afirmava reproduzir, no início de sua carreira, o que fora aprendido por ele na Universidade. Porém, em outros momentos percebemos que sua prática pedagógica modificou-se em decorrência de sua atuação profissional. Isso fica evidente quando o Professor L se refere a utilização de experimentação, diversificação do conteúdo e aproximação do aluno remetendo a um conhecimento amplo de estratégias, e do processo de ensino-aprendizagem de forma mais geral.

Característica 2: Alunos e aprendizagem, gestão de sala de aula, currículo e instrução, outros

A afirmativa do conhecimento de diversas estratégias por parte do Professor L se torna mais clara ao nos depararmos com trechos em que o professor descreve sua rotina de ensino de um tópico de física em um momento situado mais ao final de sua trajetória profissional.

Em vez de começar discorrendo sobre uma determinada matemática, sobre uma lei, um não sei o que de física ou da cinemática, que era muito cobrada, as equações de cinemática, a gente partia primeiro para uma experiência. Levava a turma pro pátio e fazia queda livre dos corpos, do segundo terceiro andar da escola. (Entrevista 2)

Podemos destacar o seu discernimento do processo de instrução e gestão do espaço da sala de aula, e demais espaços escolares como espaços de aprendizagem. Também é possível perceber um esforço para a manutenção de uma ordenação dos conhecimentos voltada para facilitar o aprendizado dos alunos.

- Conhecimento dos conteúdos

Característica 1: Diretamente relacionado ao conhecimento do tema

São diversos os momentos em que o Professor L demonstra o conhecimento específico que possui da física, ao rememorar momentos em que relaciona tópicos de física com situações cotidianas, experimentos, demonstrações. Ao referir-se a momentos próximos ao final de sua trajetória docente, o Professor L defende ser importante um conhecimento amplo de ciências por parte do docente, de maneira interdisciplinar.

O professor de física tem que saber biologia, tem eu saber química, tem que saber que um movimento social acabou forçando para que a física tomasse novos rumos, como foi o caso da primeira Revolução Industrial. Quando a questão social atuou muito forte, se a gente começa a entender dessa forma a física, a gente começa a ver que as razões nem sempre são das ciências exatas como se fala. Ali muitas vezes as razões foram em grande parte sociais. As vezes a tecnologia, força uma mudança, mas muitas vezes a questão social força uma mudança também. (Entrevista 2)

O conhecimento dos conteúdos por parte do Professor L o ajudava a planejar suas aulas e elaborar as abordagens dos tópicos de física. Podemos perceber que em momentos no início de sua carreira a abordagem que priorizava a matematização dos conteúdos era predominante e nos momentos finais, novas dimensões como a da experimentação, interdisciplinaridade e História e filosofia da Ciência estavam presentes.

- Conhecimento dos alunos

Característica 1: Características sociais, culturais, psicológicas, individuais./
Característica 2: Interesses relativos a vida pessoal, escolar, profissional, pontos fortes e limitações.

Ao ser questionado sobre qual o papel do aluno na sua concepção de ensino, o professor coloca a centralidade do processo no aluno e demonstra se sensibilizar com o contexto e situações de vida deles.

A gente aprende a respeitar muito o aluno e começa a ver o contexto desse aluno. Então começa a ver que ele é um menino, que as vezes não tem pai, não tem mãe. Que é um menino que mora numa zona desprestigiada da vida, como no caso uma favela. (...) E ele acaba também forçando mudanças em você, porque você acaba sabendo que ele só tem aquele momento. Ou ele sai dali com uma perspectiva melhor dentro da ciência, vendo a ciência de uma forma bacana e podendo trazer um benefício pra ele ou pra comunidade onde ele tá inserido, ou aquilo tudo é perdido. (Entrevista 2)

Ao entender de onde o aluno vem e quais seus interesses, limitações e possibilidades, o Professor L atribui como sentido para o aprendizado de física e de ciência uma possibilidade de transformação de percepção de sua realidade, transformação pessoal e social.

- Conhecimento curricular

Caraterística 1: Apropriação dos materiais curriculares disponíveis

Ao relatar sobre o início de sua carreira docente, o Professor L destaca quais eram as ferramentas e materiais utilizados para planejamento e execução de suas aulas

O mais importantes pra você chamar atenção e os exercícios era no livro propriamente dito. [Os manuais] influenciaram a forma como a gente seguia a programação. Até porque essa programação estava andando muito paralela ao vestibular, ao que o vestibular exigia. (Entrevista 2)

Sobre a maneira que aprendeu sobre o ensino de física na Universidade, o professor descreve uma prática pautada nos manuais. E que somente com atualização foi possível conhecer novos materiais para o ensino do conteúdo.

Característica 2: Meios empregados para gerir o conteúdo de acordo com particularidades.

No próximo trecho, o Professor L demonstra como as diferentes situações influenciaram em suas crenças e no uso de diferentes estratégias de gestão do conteúdo. Em contraste ao seu início de carreira com aulas descritas como conteudistas e com enfoque matemático, o Professor L compara sua experiência no início da carreira à sua experiência de atuação no EJA, o programa para o Ensino de Jovens e Adultos no Estado do Rio de Janeiro, próxima ao período de sua aposentadoria.

Meu aprendizado foi mais nessas aulas do EJA] do que pegar aqueles exercícios do Enem ou aqueles da UFRJ difíceis de serem resolvidos e eu ia pro quadro e eu tinha que resolver. Porque o aluno no dia seguinte tava olhando pra mim e querendo saber qual a minha opinião sobre o exercício, como eu sabia desenvolver. (...) E eu sei matemática pra resolver aquele exercício? Porque passava muito pela matemática. O do EJA não, me desafiava. (Entrevista 1)

Considerações finais

Os trechos apresentados ao longo desse trabalho nos possibilitaram explicitar alguns conhecimentos do Professor L e considerados importantes por ele

no seu relato de sua trajetória profissional, tendo como base a discussão teórica realizada e sintetizada por Goes (2014). De todos os conhecimentos presentes em sua narrativa, escolhemos os momentos nos quais julgamos ser possível apresentar esses conhecimentos de forma mais explícita neste artigo

Identificamos que sua forma de ensinar do início da carreira sofreu modificações, conforme sua experiência profissional demandava adaptações. As mudanças são verificadas nas descrições das formas diversificadas de ensinar o conteúdo de física, relatadas nas aulas do Professor L na EJA. A experimentação como estratégia de ensino aparece em um momento de sua carreira em que se faz importante voltar a atenção para o aluno e para maneiras de facilitar sua compreensão do conteúdo. Essa estratégia apresenta-se como um elemento do conhecimento da tema específico para o ensino. Com essa interpretação e organização de seu relato de acordo com o Modelo da Cúpula do PCK esperamos contribuir para uma compreensão da verificação dos conhecimentos específicos profissionais do professor. Por ser parte de uma pesquisa em andamento, esperamos ao identificar conhecimentos que caracterizam o Professor L como docente de física, procedermos de maneira semelhante para sua caracterização como supervisor de estágio.

Referências

- FERNANDEZ, C. **PCK – Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, Campinas, SP. Atas... Rio de Janeiro, ABRAPEC, v.1, p.1-12, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0370-1.pdf>>. Acesso em 18 de jan. 2020.
- FERNANDEZ, C. **Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, vol. 17, núm. 2, p. 500-528, maio-agosto, 2015.
- GOES, L. F. **Conhecimento pedagógico do conteúdo: Estado da Arte no campo da educação e no ensino de química**. Dissertação (Mestrado acadêmico em ciências biológicas) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MANZINI, E. J. **Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e roteiros**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE A PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2, 2004, Bauru. A pesquisa qualitativa em debate. Anais [...] Bauru: USC, 2004. CD-ROM 10 p.
- SHULMAN, L. **Those who understand: Knowledge growth in teaching**. Educational Researcher, California, v.15, n.2, p.4-14, 1986.
- SHULMAN, L. **Knowledge and teaching: foundations of the new reform**. Harvard Educational Review, Massachusetts, v.57, n.1, p. 1 -22, 1987
- SILVA, G. S. F.; MATTOS, C. **A análise da atividade de codocência na Prática de Ensino na formação inicial de professores de Física**. Revista Brasileira da Pesquisa Sócio-Histórico-Cultural e da Atividade, v. 1, p. 1-21, 2019.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 2ª ed., Porto Alegre, Bookman, 2001.

FÍSICA NA COZINHA: UM ESPAÇO DIDÁTICO PARA DISCUSSÕES DE TEMÁTICAS DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

PHYSICS IN THE KITCHEN: A TEACHING SPACE FOR DISCUSSIONS ON SCIENTIFIC EDUCATION THEMES

Pina Elisa Di Nuovo Fernandes Sollero¹, Winston Gomes Schmiedecke²

¹Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, pina@usp.br

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo / Departamento de Ciências e Matemática, winston.fisica@gmail.com

Resumo

A premente necessidade de estabelecer um diálogo pragmático entre os professores de física e seus colegas das Ciências da Natureza (CN), previsto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), assim como a de pesquisar e aplicar práticas didáticas inovadoras foram elementos de estímulo para o planejamento e a proposição das ações implementadas nesse trabalho. Para tanto, elaboramos um minicurso que foi recentemente aplicado no contexto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), com o objetivo de fornecer a licenciandos das CN e a professores supervisores do PIBID um olhar sobre o ensino de Física baseado na problematização dos conteúdos escolares, oferecendo uma visão interdisciplinar que valoriza os conhecimentos prévios dos alunos, a relação afetiva de suas vivências na cozinha e, de forma adicional, permite-lhes transcender a percepção de uma ciência produzida apenas por grandes gênios trabalhando em laboratórios superequipados. Utilizamos receitas e situações próprias da culinária, simples e de baixo custo de preparo, como motivadoras da proposição dos tradicionais temas científicos a serem abordados em sala de aula. Em cada encontro, os participantes eram estimulados a se envolver nos experimentos práticos propostos e a contribuir com as discussões teóricas desencadeadas por essas atividades para, assim, construirmos juntos os conceitos da Ciência. Desse modo, licenciandos e professores puderam colaborar, dentro das atividades de fechamento do curso, com a elaboração de sequências de ensino pautadas pelas práticas apreendidas a serem oportunamente aplicadas nas salas de aula onde atuam. Com nossos resultados, pretendemos ressaltar a possibilidade de a Física ensinada na Escola Básica dialogar de forma contextualizada com outras disciplinas do núcleo comum.

Palavras-chave: formação de professores, problematização, PIBID, física na cozinha.

Abstract

The urgent need to establish a pragmatic dialogue between physics teachers and their colleagues in the Natural Sciences (CN), foreseen by the National Common Curricular Base (BNCC), as well as to research and apply innovative didactic practices, were elements of encouragement for planning and proposing the actions implemented in this work. To this end, we prepared a short course that was recently applied in the context of the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships (PIBID), aiming

to provide the undergraduate students of the CN and the supervising teachers of PIBID a look at the teaching of Physics based on problematization of school content, offering an interdisciplinary view that values students' prior knowledge, the affective relationship of their experiences in the kitchen and, in addition, allows them to transcend the perception of a science produced only by great geniuses working in over-equipped laboratories. We used recipes and typical culinary situations, simple and with low cost of preparation, as motivators for proposing traditional scientific themes to be addressed in the classroom. In each meeting, the participants were encouraged to get involved in the proposed practical experiments and to contribute to the theoretical discussions triggered by these activities in order to build Science concepts together. Thus, undergraduates and teachers were able to collaborate, within the closing activities of the course, with the development of teaching sequences based on the learned practices to be opportunely applied in the classrooms where they work. With our results, we intend to emphasize the possibility of the Physics taught in the Basic School to dialogue in a contextualized way with other subjects of the common nucleus.

Keywords: teacher training, problematization, PIBID, physics in the kitchen.

Introdução

O ensino das disciplinas relacionadas às Ciências da Natureza (CN) - Biologia, Física e Química - está em cheque há décadas, uma vez que o currículo escolar atual é apresentado de forma desconexa da vida dos estudantes. Os questionamentos são diversos e complexos e, dentre outros resultados de livre acesso ao público geral, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)¹ ratifica as falhas do sistema atual. Tal realidade reforça o valor das pesquisas em torno de práticas didáticas comprometidas com melhor problematizar, contextualizar e, por consequência, atribuir significados para situações cotidianas relacionadas aos objetos do conhecimento abordados pelas CN na Escola Básica.

Justificamos nossa proposta no potencial didático que atribuímos às abordagens experimentais devidamente problematizadas, em consonância com o que preconizam algumas investigações de relevante valor na área de Ensino de Ciências (CARVALHO, 2013; DELIZOICOV, 2001; RICARDO, 2010). Acreditamos que a proposição de questões inseridas na realidade dos alunos, adequadamente contextualizadas em sua situação social, facilite a construção dos conhecimentos científicos em parceria com os educandos, dando-lhes protagonismo e auxiliando-os a desenvolverem o senso crítico necessário para uma vivência cidadã.

Outrossim, vale destacar que a vivência familiar perpassa pela cozinha. É na mesa da cozinha em que muitas crianças fazem a lição de casa, enquanto conversam e observam o trabalho de seus responsáveis no preparo das refeições. Logo, esse seria o ambiente do início da formação do saber de muitos alunos, partindo das relações estabelecidas com outros indivíduos. Tal experiência constitui parte importante da formação pessoal, levando participantes do 1º Colóquio de História e Cultura da Alimentação a definirem

¹ Alunos concluintes do Ensino Médio em escolas das redes municipal e estadual obtiveram, na prova de CN do ENEM de 2017, proficiência inferior aos 500 pontos. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>. Acesso: 14 de jan. 2020.

como “novos” aspectos de estudo temas como a construção da identidade através da comida, redefinições dos conceitos de cozinha nacional e regional, sociabilidade à mesa e, principalmente, os aspectos simbólicos do alimento e de seus métodos de preparo (COUTO, 2011, p. 22).

Ademais, a proposta de ensinar Ciências na cozinha foi objeto de estudo de um grupo de pesquisadores americanos que propôs uma disciplina eletiva contemplando essa aproximação para cursos de graduação das universidades de Harvard e da Califórnia. Dentre os resultados obtidos, ROWAT *et al.* (2014) notaram o êxito na prática de um ensino capaz de dar protagonismo ao educando:

Nós descobrimos que aulas semanais de chefes [de cozinha] e de professores, combinadas com experimentos de laboratório comestíveis, geram entusiasmo e provêm forte motivação para os estudantes aprenderem física. Ao final do curso, os alunos são capazes de conduzir uma experiência científica independente e apresentar seus resultados numa feira de ciências (ROWAT *et al.*, 2014, p. 512, tradução nossa).

De forma complementar, os constructos, práticas e resultados decorrentes do conjunto de ações desenvolvidas no âmbito deste trabalho possibilitam auxiliar os docentes no processo de adequação de suas práticas didáticas às determinações constantes na BNCC, relacionadas à necessidade do trabalho, de maneira integrada, com temáticas relacionadas às três áreas do conhecimento que compõem as CN.

Pretendemos, assim, atingir a memória afetivo-vivencial (MÁXIMO-PEREIRA, 2016) dos estudantes no que tange suas experiências na cozinha, bem como o conjunto de saberes que já possuem, para gerar o interesse no aprendizado dos conceitos das CN envolvidos em cada atividade proposta e para que se apropriem dos conhecimentos construídos.

Para além de dar significado aos problemas científicos trazidos pelo professor, o ato de recuperar conhecimentos de experiências vividas em família favorece a conexão afetiva dos alunos com a disciplina. Essa relação é importante para desfazer o estigma de que as aulas de Física são difíceis, abstratas e enfadonhas e de que seu estudo não tem relevância para a vida dos estudantes. Acreditamos que desmistificar processos e resultados da ciência é uma prática capaz de desenvolver o olhar crítico dos alunos, essencial para a formação de sua cidadania e, de maneira complementar, de estimular seu ingresso na carreira científica.

Problematização e interdisciplinaridade no ensino de ciências

Os atuais ideais de educação buscam romper com o ensino expositivo pautado na reprodução, por parte do professor, dos livros e demais materiais de cunho didático, prática que as pesquisas contemporâneas convencionaram denominar “ensino tradicional” (KILLNER, 1999; SCHÖN, 1992).

Como alternativa, a resolução de problemas devidamente contextualizados seria uma prática destinada a oferecer aos alunos condições para que possam raciocinar e construir seu conhecimento (DELIZOICOV, 2001), dando-lhes tempo e oportunidade para aprender com seus erros (CARVALHO, 2013).

Visando transcender a máxima de Karl Popper (1902–1994), que “na escola se ensinam respostas a perguntas que não foram feitas” (RICARDO, 2010, p.9), consideramos essencial (e possível) trabalhar problemáticas com as quais os alunos estejam familiarizados, como aquelas vivenciadas na cozinha de suas casas.

Admitindo-se que "qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior" (CARVALHO, 2013, p. 2), para que o aluno seja capaz de construir seu saber torna-se imperiosa a proposição de questões que se relacionem com o seu cotidiano e sua história de vida. Logo, ensinar os aspectos científicos que explicam, por exemplo, como fazer um bife macio sem partir de um corte nobre (e caro!), porque o bolo cresce no forno, o que significam as informações das tabelas nutricionais dos alimentos etc., é promover a problematização das aulas que remetem a assuntos que já fizeram parte do imaginário dos estudantes, viabilizando a apropriação dos conceitos teóricos relacionados.

Adicionalmente, explorar práticas docentes pautadas na interdisciplinaridade, de fato, é um caminho para alcançar a educação integradora que pesquisadores da área do ensino vêm buscando em suas pesquisas, pois:

A abordagem interdisciplinar favorece ainda a formação de um sujeito participativo, com maior interação nas atividades escolares e ainda leva o conhecimento adquirido em sala de aula para seu cotidiano, o que favorece uma melhor comunicação desse sujeito com a sociedade (LAGO; ARAÚJO; SILVA, 2015, p. 54).

Com esse intuito, elaboramos uma sequência de ensino partindo do conceito de *Demandas de Aprendizagem* (DA), de AGUIAR JÚNIOR (2005), identificadas

por meio da análise das diferenças entre o conhecimento prévio dos estudantes e o conhecimento que se pretende ensinar. Muitas vezes, é difícil estabelecer um diagnóstico preciso dos conhecimentos prévios de nossos alunos, mas podemos ter acesso, por meio de pesquisas em ensino, às tendências mais comuns do pensamento de crianças e adolescentes acerca de muitos tópicos de conteúdo escolar (AGUIAR JÚNIOR, 2005, p. 13).

Consideramos que a compreensão das DA de determinado objeto do conhecimento permite a identificação de lacunas a serem preenchidas, por meio de ações elaboradas em sintonia com as características de cada realidade educacional. A próxima seção destina-se a contextualizar e descrever o processo de elaboração e aplicação da sequência de ensino que dá suporte às asserções feitas neste trabalho.

Metodologia e descrição das atividades desenvolvidas

O minicurso foi aplicado em uma instituição pública de ensino superior paulista, tendo 44h de duração (6 encontros presenciais de 4h cada e 20h de atividades a distância, controladas via *moodle*). Os participantes eram licenciandos das CN (1 da Biologia, 1 da Química e 5 da Física) e professores da rede pública de ensino (2 de física e 1 de matemática), dos quais 7 eram vinculados ao PIBID. Os temas das aulas foram: 1) medidas em Ciências; 2) *levain* (o fermento natural); 3) panificação; 4) bolos; 5) selagem de carnes; e 6) nutrição e reserva energética dos alimentos.

O conteúdo de cada aula foi programado levando-se em conta as DA previamente consultadas na literatura, como sugere AGUIAR JÚNIOR (2005). Em cada início de aula, fazíamos perguntas abertas aos alunos para definir os objetivos de ensino específicos da turma e adaptar ou selecionar o que seria de fato trabalhado dentre as diversas possibilidades de discussão sobre o tema proposto.

Em respeito às limitações de espaço aqui impostas, restringimos nossos registros e análises aos temas trabalhados na aula 4, iniciados por um questionário impresso entregue para os alunos preencherem acerca dos processos relacionados ao preparo de bolos. A seguir, retomamos alguns dos conceitos trabalhados nas

discussões promovidas nas aulas anteriores. Esses resultados estão registrados a seguir, no Quadro 1.

Quadro 1: Demandas de aprendizagem – Aula de bolos.

Conhecimentos prévios dos estudantes	Conhecimentos da Ciência
MICROORGANISMOS (FUNGOS E BACTÉRIAS)	
- Equivalentes ao mofo - Causam doenças - Algumas vivem no intestino - Antibiótico (penicilina)	- Existem algumas cepas nocivas e outras benéficas para os seres humanos e para o ecossistema - Podem servir de alimento <i>in natura</i> - Têm processos metabólicos importantes para nossa alimentação
FERMENTAÇÃO	
- É o que acontece com a cerveja - Faz o pão crescer - Coloca ar na massa - É o contrário da respiração	- Processo metabólico para gerar energia (ATP) - Essencial para a produção de pães, vinhos e cervejas - São 3 tipos fundamentais: alcóolica e láctica (anaeróbicas) e acética (na presença de oxigênio) - Gera produtos característicos para cada tipo - acética, alcóolica e láctica - associados a agentes/microrganismos diferentes
FERMENTO	
- É um “pozinho” branco ou um tablete que fica na geladeira - Faz o pão e o bolo crescer	- Pode ser biológico, físico ou químico, com mecanismos de ação e produtos diferentes entre si - Biológico: pode ter uma cepa selecionada ou ser natural (<i>levain</i>) - Químico: a versão moderna tem componentes específicos para facilitar a utilização e otimizar os efeitos - Físico: não é um agente externo e, sim, um processo de preparo
OBJETIVOS DE ENSINO DO TÓPICO	
- Estabelecer parâmetros de comparação entre os processos fermentativos (biológico, físico e químico); - Explicar os processos de fermentação química como reações de neutralização ácido-base; e - Conceituar equilíbrio térmico e os processos de trocas gasosas.	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para contemplar os objetivos de ensino da temática abordada, elaboramos e descrevemos a seguir uma sequência de ensino segundo sugere AGUIAR JÚNIOR (2005), contendo uma atividade de problematização, duas atividades de desenvolvimento da narrativa de ensino, duas atividades de aplicação de novos conhecimentos e uma estratégia de fechamento.

Atividade de problematização

As questões a seguir foram propostas para contextualizar o tema da aula e, a partir das respostas obtidas, levantar os problemas a serem enfrentados:

- *Quem já fez bolo em casa ou acompanhou alguém fazendo?*
- *Quais são os ingredientes básicos?*
- *O que é um bolo bom e bonito para vocês? (Descontando as coberturas)*
- *O que acontece com o bolo quando dá errado?*
- *O que faz o bolo crescer?*

Atividades de desenvolvimento da narrativa de ensino

Depois dos alunos falarem do fermento, questionamos sobre sua composição. Orientamos a discussão para uma comparação com os fermentos biológicos utilizados em panificação. A seguir, propusemos um experimento investigativo utilizando tubos de ensaio, com amostras de vinagre, bicarbonato de sódio, fermento químico em pó, açúcar, água quente e água fria. Conduzimos a discussão entre os alunos para que descobrissem quais combinações de elementos promoviam reações mais intensas ou rápidas. Por fim, questionamos se eles conheciam outro tipo de fermento além dos biológicos ou químicos.

Atividades de aplicação

Para discutir os princípios do fermento físico, montamos uma *génoise*² de demonstração para a turma. Durante o banho-maria, medimos periodicamente a temperatura da mistura, justificando o porquê de não exceder os 45°C nessa etapa³.

Após colocar a massa no forno, explicamos esquematicamente na lousa as reações de neutralização ácido-base, identificando os reagentes com os ingredientes de uma receita básica de bolo, fazendo os paralelos com o que era esperado para nossa *génoise* ou para um suflê, cujos mecanismos de expansão são semelhantes.

Segundo Hervé This, um físico-químico francês dedicado à gastronomia,

se um suflê perde cerca de 10g de água durante o cozimento, vemos que as expansões geralmente obtidas não estão à altura das possibilidades. Retendo todo o vapor, deveríamos poder formar aproximadamente 10L de suflê com 300g de preparação. Como? Tornando a superfície impermeável às bolhas de vapor. É necessário fazer formar crosta na superfície, antes ou durante o cozimento (THIS, 2009, p. 8, tradução nossa).

Considerando-se que os ingredientes utilizados são ovos, farinha e açúcar, essa perda de massa se deve à vaporização da água contida nos ovos. A crosta formada na superfície durante o cozimento é análoga ao êmbolo de um sistema fechado de tampa móvel, que passa a impedir o escape de vapor do bolo para o forno. Dessa forma, pudemos, a princípio, aproximar o crescimento do bolo ao que ocorre em uma transformação isobárica. Por fim, construímos na lousa um gráfico de volume por temperatura, desenvolvendo esses conceitos em grupo.

Estratégia de fechamento

Após analisarmos e discutirmos os resultados obtidos com a experiência proposta no contexto do desenvolvimento da narrativa, sistematizamos os conteúdos desenvolvidos durante a aula (figura 1). A seguir, elaboramos o quadro 2 na lousa com respostas dos alunos sobre as características de cada processo fermentativo, com reflexões sobre o uso de aditivos na fabricação dos alimentos, benefícios de uma alimentação natural e critérios de escolha de alimentos com melhor qualidade.

Quadro 2: Tipos de processos fermentativos e parâmetros adicionais.

Fermento	Biológico	Químico	Físico
Agentes	microrganismos (leveduras e bactérias)	ácidos e bases	vapor de água
Velocidade do processo	muito lenta	rápida	lenta
Força da estrutura	muito forte	forte	fraca
Sabor	característico	residual (indesejado) → reação não balanceada	sem sabor residual
Indicação de uso	pães e pizzas	bolos e tortas (massa leve)	bolo leve; suflê

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da interação com os alunos, feito em aula.

² Receita francesa de bolo que não leva fermento químico ou biológico; o aumento de volume se dá por um processo mecânico. Os ovos são batidos inteiros com o açúcar em banho-maria até atingir o que, em confeitaria, denomina-se *ponto de fita*. O movimento circular intenso forma gotículas cada vez menores, encapsulando o ar entre elas e aumentando o volume da preparação (a lecitina presente nos ovos estabiliza a emulsificação, que é a mistura da fase aquosa das claras com a gordura das gemas). A farinha é, então, adicionada delicadamente. Durante o cozimento no forno, a massa enrijece lentamente ao mesmo tempo em que se expande pela produção de vapor de água, formando uma estrutura aerada.

³ Evitar que o ovo coagule prematuramente, impedindo a aeração correta e alterando o sabor do bolo.

Resultados e análises

A Figura 1 a seguir apresenta, na forma de um diagrama de Venn, os conteúdos programáticos das CN passíveis de serem contemplados pela sequência de ensino. Esse delineamento foi constituído de forma colaborativa, a partir do diálogo com os participantes do minicurso, na parte final da aula.

Figura 1: Diagrama de conteúdos das CN



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da interação promovida em aula com os alunos.

O primeiro aspecto que ressaltamos, por já se destacar visualmente, é a desproporcional quantidade de conteúdos na intersecção da Biologia com a Química em comparação com as possibilidades de aproximação da Física com a Biologia ou com a Química. Esse fato evidencia e, talvez, justifique a histórica dificuldade de se estabelecer ações interdisciplinares duradouras entre a Física e as demais CN.

Apresentar os conceitos destacados na interface Física-Química do diagrama a partir do cozimento do bolo gerou grande interesse dos alunos em participar da discussão. Contudo, seu surgimento adveio originalmente de uma premissa que se mostrou equivocada: a ação do chamado “fermento físico” não permite que a transformação sofrida pelo gás seja, de fato, isobárica. Isso porque a quantidade de mols no sistema é variável. Tal consciência veio à tona somente ao elaborarmos o diagrama de Venn, que nos revelou uma estratégia de fechamento muito eficaz.

Segundo a opinião dos professores supervisores, recursos estruturais e materiais que imaginávamos ser de fácil acesso e disponibilização na escola pública, caso das cantinas e seus apetrechos básicos, deverão ser negociados na escola com grande antecedência e, ainda assim, precisarão ser complementados pelo professor. Esses profissionais reafirmaram, respaldados pelas impressões dos pibidianos, aquilo que parece ser consensual: o nível de abandono e deterioração desses espaços nas escolas públicas paulistas é extremamente elevado e, portanto, preocupante.

Considerações finais

O uso de experimentos contextualizados na vivência dos alunos na cozinha permitiu-lhes perceberem-se como parte do processo criativo do conhecimento científico. Por se tratar de professores em formação continuada, a abordagem viabiliza a constituição de práticas docentes voltadas a contestar a ideia de que apenas grandes gênios são responsáveis individualmente pelos avanços da ciência. Desse modo, é possível melhorar o desempenho e envolvimento dos estudantes por meio da devida apropriação dos saberes construídos por eles próprios durante as aulas.

A diversidade dos conhecimentos abordados no minicurso – originalmente apresentados de forma compartimentada (ou na Física, ou na Química, ou na Biologia) e descontextualizada – foi destacada pelos participantes como um ponto muito positivo do trabalho. Para além da práxis didática, essa abordagem motivou-os a, inclusive, promoverem reflexões relacionadas a mudanças em alguns de seus hábitos alimentares.

O potencial didático das ações praticadas no minicurso foi motivo de destaque por parte dos professores supervisores com base nos anos de vivência na rede pública de ensino, que ressaltaram a necessidade de adaptações das atividades em função das limitações de infraestrutura de cada espaço didático, fato que reafirma a importância da continuidade das pesquisas nesse campo de estudos.

Referências

AGUIAR JÚNIOR, O. G. **Módulo Didático: O planejamento de ensino**. SEEMG, 2005.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: _____ (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.1-20.

COUTO, C. L. M. **Alimentação no Brasil Imperial: Elementos para um estudo de questões dietéticas, químico-médicas e da fisiologia do gosto**. 2011. 256 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. 2ª. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 1-17.

KILLNER, I. G. Ensino de Ciências: novas tendências, velhos hábitos. In: Ciclo de Seminários em Ensino de Ciências, Matemática e Educação Ambiental, 8, **Resumos...** Bauru: Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, 1998.

LAGO, W. L. A.; ARAÚJO, J. M.; SILVA, L. B. Interdisciplinaridade e ensino de ciências: Perspectivas e aspirações atuais do ensino. **SABERES**. Natal, v. 1, n. 11, p. 52-63, 2015.

MAXIMO-PEREIRA, M.; ABIB, M. L. V. S. Memória, cognição e afetividade: um estudo acerca de processos de retomada em aulas de Física do Ensino Médio. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 22, p. 855-873, 2016.

RICARDO, E. C. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* (orgs.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 29-48.

ROWAT, A. C., SINHA, N. N.; SORENSEN, P. M.; CAMPÀS, O.; CASTELLS, P.; ROSENBERG; D., BRENNER, M. P.; WEITZ, D. A. **The kitchen as a Physics classroom**. Massachusetts: Harvard, 2014.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, Antonio (org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992. p. 79-92.

THIS, H. Histoire de soufflés: Chimie des aliments et du goût. **L'actualité chimique**. Paris, v. 10, n. 334, p. 6-9, 2009.

O ENTENDIMENTO DE ENERGIA EM PROFESSORES DE CIÊNCIAS EM FORMAÇÃO NA PERSPECTIVA DO PERFIL CONCEITUAL

SCIENCE STUDENT TEACHERS UNDERSTANDING OF ENERGY FROM THE PERSPECTIVE OF CONCEPTUAL PROFILE THEORY

Orlando Aguiar Jr¹, Charbel N. El-Hani², Ana Barbara L. O. Lage³, Larissa A. Moraes⁴, Hannah Sevian⁵

¹UFMG/ Faculdade de Educação, oaguiar.ufmg@gmail.com

²UFBA / Instituto de Biologia, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução (INCT IN-TREE), charbel.elhani@gmail.com

³ UFMG/ Faculdade de Educação, anabarbarali@hotmail.com

⁴ UFMG/ Faculdade de Educação, larissaalves1102@gmail.com

⁵ University of Massachusetts-Boston / Chemistry Department, Hannah.Sevian@umb.edu

Resumo

Este trabalho faz uma análise do entendimento de estudantes de licenciatura em física, química e biologia da UFBA sobre energia, à luz da teoria de perfis conceituais. Partimos de uma proposta de perfil conceitual de energia baseada em Simões Neto (2016) e Aguiar, Sevian e El-Hani (2018). Elaboramos um protocolo de entrevista semiestruturada baseada em situações abertas e permeadas por eliciações pelo entrevistador. O protocolo se mostrou adequado, posto que tivemos uma diversidade de respostas entre os licenciandos e, também, sensível aos contextos. Na análise de dados, sintetizamos o perfil dos estudantes, de modo a buscar regularidades e responder perguntas tais como: como se comparam entendimentos de licenciandos de física com os de química ou biologia?; que relações estabelecem entre o conceito científico de energia e os usos espontâneos do conceito em esferas da vida cotidiana? Os resultados mostram entendimentos parciais e pouco integrados do conceito e apontam para a necessidade de um melhor tratamento de energia em cursos de formação de professores.

Palavras-chave: Ensino de energia; Perfil conceitual; Formação de professores.

Abstract

This work analyzes the understanding of undergraduate students in physics, chemistry and biology at UFBA about energy, based on the theory of conceptual profiles. We started with a proposal for a conceptual energy profile based on Simões Neto (2016) and Aguiar, Sevian and El-Hani (2018). We developed a semi-structured interview protocol based on open situations and permeated by elicitation by the interviewer. The protocol proved to be adequate, since we had a diversity of responses among the undergraduates and, also, sensitive to the contexts. In data analysis, we synthesize the student's, in order to identify regularities and answer questions such as: how do the understanding of undergraduate physics students compare with those of chemistry or biology?; what relationships do they establish between the scientific and the everyday concept of energy? The results show partial

understanding of energy concept among science teacher students and reinforce the need for reviewing teaching approaches.

Keywords: Teaching energy; conceptual profile; teachers' training.

Introdução

Energia é um conceito chave em vários domínios das ciências, embora utilizado com ênfases diferenciadas e com diferentes linguagens. Angotti (1993) o considera como um dos conceitos unificadores da ciência (ao lado de conceitos como transformação, regularidade e escalas) ou seja, aqueles que perpassam vários domínios científicos e têm um papel estruturador dos currículos. Em currículo proposto recentemente nos EUA (NGSS, 2013), “energia e matéria” estão entre os conceitos transversais (*crosscutting concepts*) que permitem estabelecer vínculos entre diferentes domínios disciplinares, unificando campos de ciências e engenharia. Por sua vez, Mortimer e El-Hani (2014) sustentam que energia, matéria, vida, mente e sociedade são ontoconceitos, definidores de domínios mais amplos das ciências, que provêm categorias básicas da visão científica moderna. Segundo os autores, os ontoconceitos aglutinam dimensões metafísicas, mas também oferecem uma visão geral de como problemas são resolvidos e tratados no âmbito da ciência.

Nos domínios da vida cotidiana, o conceito de energia é também amplamente utilizado, assumindo significados diversos nos contextos sociais em que é utilizado. Desse modo, é evidente que energia seja um conceito perfilável, ou seja, permite situar uma heterogeneidade de sentidos nos usos em diferentes esferas da vida social. Vários estudos conduzidos pela Teoria de Perfis Conceituais foram feitos com conceitos vinculados ao conceito de energia, como calor, entropia e espontaneidade (AMARAL, MORTIMER & SCOTT, 2014; AMARAL & MORTIMER, 2001). Mais recentemente, duas propostas foram feitas para delimitar as zonas do conceito de energia (SIMÕES NETO, 2016; AGUIAR, SEVIAN & EL-HANI, 2018). O trabalho de Simões Neto (2016) se restringe aos usos do conceito em contextos envolvendo temas da Química e da Física e as categorias de análise foram propostas e validadas nos âmbitos da ontogênese, sociogênese e microgênese. O trabalho de Aguiar et al (2018) teve uma abrangência maior, considerando contextos dos vários campos das ciências naturais (incluindo a Biologia), de modo a examinar negociações de sentidos sobre energia em aulas de física no ensino médio (*high-school* em Boston, EUA). As zonas do perfil de energia, propostas por esses autores, foram inicialmente formuladas a partir estudos da evolução histórica do conceito e dos entendimentos reportados na literatura sobre concepções de estudantes.

Este estudo pretende examinar o entendimento de alguns estudantes de cursos de licenciatura da UFBA da área de Ciências Naturais sobre energia. Neste sentido, nos valem das categorias propostas por Aguiar et al (2018) e procuramos validá-las no âmbito de análise microgenética, por meio de entrevistas conduzidas com os estudantes.

Metodologia

Para examinar os perfis conceituais, elaboramos um protocolo de entrevistas com questões gerais elaboradas com o propósito de explorar, de maneira mais

aberta possível, situações ricas em descrições sobre energia nos diversos domínios científicos, que poderiam elicitar os entendimentos dos estudantes sobre o conceito. Os protocolos foram construídos com base em pesquisas na área (DEUER ET AL, 2014; SOLOMON, 1992; BLISS & OGBORN, 1985; DRIVER & MILLAR, 1986).

Foram entrevistados 19 estudantes de licenciatura: 7 de Física, 6 de Química e 6 de Biologia. Todos eles já haviam concluído pelo menos metade da carga horária de seus cursos. O perfil dos entrevistados era diverso: alguns já haviam completado o bacharelado e optavam por licenciatura, alguns já atuavam na docência, outros ainda com experiências em iniciação à pesquisa no Bacharelado. O pequeno número de estudantes entrevistados é compatível com a metodologia adotada neste estudo, interpretativa e qualitativa.

As entrevistas duraram de 30 a 50 minutos e eram precedidas de um pequeno texto em que o pesquisador (primeiro autor do trabalho) mencionava a diversidade de modos de falar e pensar sobre energia, na escola e na vida cotidiana, e convidava o entrevistado “a expressar o que você pensa sobre isso, sem preocupação de dar respostas consideradas ‘corretas’ no contexto escolar”. As duas primeiras questões eram bastante gerais; na primeira delas, o pesquisador solicitava ao entrevistado que dissesse, em suas próprias palavras, o que eles entendiam por energia. Na segunda, perguntava se o conceito e tratamento dado a ele seria o mesmo quando aplicado a seres vivos ou a máquinas e equipamentos. A terceira questão tomava a maior parte da entrevista. O pesquisador utilizava cartelas com 9 figuras representando situações diversas e o entrevistado devia responder se havia ou não energia envolvida e, caso positivo, de onde vem a energia e como ela pode ser usada ou transformada. As situações eram: a) árvore em crescimento; b) árvore morta; c) ratinho correndo; d) ratinho morto; e) menino dormindo; f) vela queimando; g) menino em dia de muito frio; h) salto de vara; i) circuito elétrico simples (bateria, fios e lâmpada). Dois problemas conceituais eram propostos em seguida; no primeiro deles, o estudante era desafiado a comparar, em termos de energia, um sistema de produção agroecológica e outro, de agricultura convencional. No segundo problema, era apresentada uma figura com diferentes tipos de lâmpadas elétricas (incandescente, compacta fluorescente e led) em que eram dadas as potências correspondentes todas elas com a mesma intensidade luminosa. O entrevistado era desafiado a explicar como as lâmpadas poderiam apresentar o mesmo brilho, sendo tão desigual o consumo de energia.

Na exploração das situações (especialmente na questão 3), o entrevistador às vezes fazia novas perguntas de contexto (na questão 3c, por exemplo, “*dizem que o sono repara energia; você concorda com isso?*”). O entrevistador procurava, ainda, formular questões mais gerais, desencadeadas pelo contexto, ligadas ao entendimento sobre conservação (“*o que você entende por conservação de energia? Dê um exemplo*”), degradação/dissipação ou armazenamento de energia. Em alguns casos, solicitava que o estudante falasse sobre relações entre matéria e energia.

A intenção do protocolo de entrevista era a de que as questões e situações apresentadas fossem instigantes e acessíveis aos estudantes, podendo serem respondidas de diferentes modos e com diferentes compromissos ou conhecimentos do campo científico. Algumas situações foram incluídas com objetivo de criar contextos que favorecem o uso de diferentes zonas do perfil (caso existentes e relevantes para cada entrevistado). Poucas questões não satisfizeram essas intenções. Por exemplo, a comparação em termos de energia entre sistema agrícola

convencional e de agroecologia não foi compreendida por boa parte dos estudantes. Ainda, a pergunta sobre as relações entre matéria e energia gerou, em vários estudantes, incompreensão. Nas demais questões, tivemos um rico leque de respostas e variação de situações que permitiram examinar, em detalhe, os compromissos dos estudantes nos usos do conceito energia em diferentes contextos.

As entrevistas foram transcritas e os enunciados dispostos em planilhas excel para codificação e comentários dos pesquisadores. Para a análise das entrevistas, o primeiro autor iniciou fazendo a codificação conforme a proposta de perfis desenvolvida por Aguiar et al (2018), sintetizadas no Quadro 1. Durante o período de coleta de dados, vários trechos de entrevistas ou entrevistas vistas em sua totalidade foram examinados com o segundo autor. As duas estudantes de IC participaram de uma nova rodada de codificação independente, discutindo com o primeiro autor as razões de divergência, quando existentes. Essa metodologia gerou um olhar renovado e enriquecido para as zonas do perfil inicialmente propostas.

Quadro 1: Perfil Conceitual de Energia

Zonas	Descrição	Compromissos
1. Zona Vitalista	Energia é uma qualidade da vida, vitalidade, disposição; fonte de saúde e bem estar; aquilo que é necessário para ser/estar vivo. Base metafísica e espiritualista: energia nas relações interpessoais; energia como equilíbrio entre forças antagônicas.	Essencialismo Antropomorfismo Sensualismo
2. Zona empiricista	Energia como movimento, como atividade (aquilo que se observa e é evidente). Energia como algo útil ou feito com algum propósito (finalismo). Essencialmente não conservativo (cessada a atividade, cessa a energia).	Empiricismo Finalismo
3. Zona Substancialista	Energia como combustível ou alimento, quantidade material ou quase material que pode ser armazenada em objetos / materiais, ser transferida de lugar para outro e se espalhar. Metáforas substancialistas.	Substancialismo
4. Zona Causal	Energia como causa de eventos, como um poder ou força de fazer coisas acontecerem.	Racionalismo Causa eficiente
5. Zona Científico-Clássica	Energia como quantidade que se conserva e se degrada ao ser transformada ou transferida. Energia como variável de estado de um sistema, que pode ser quantificada quando sofre alterações.	Racionalismo (classico) Causalidade formal
6. Zona Científico-Moderna	Energia como quantidade discreta, relacionada com função de onda, probabilidade e massa de repouso $E = mc^2$; $E = hf$; $E_\psi = h \delta\psi/\delta t$	Racionalismo (moderno)

(fonte, autores; baseado em Aguiar, Sevian e El-Hani, 2018)

Resultados e Discussão

Podemos analisar o banco de dados das entrevistas desta pesquisa de muitos modos distintos e temos feito exercícios com tais variações. Neste trabalho, examinamos o perfil conceitual de cada estudante em separado, o que nos permite

uma visão mais global dos entendimentos de cada entrevistado e uma caracterização de seu perfil de energia.

A partir dos dados, construímos um quadro síntese para cada estudante. Nele sintetizamos todas as ocorrências de cada um dos perfis ao longo da entrevista e enfatizamos modos de dizer ou modos de pensar que foram recorrentes na entrevista. Estes quadros analíticos serviram então para comparar o entendimento dos vários estudantes de um mesmo grupo (ex. estudantes de Física) ou para comparar o entendimento de um grupo em relação a outro (ex. estudantes de Física e de Biologia). No Quadro 2, apresentamos o perfil que resultou da análise de uma das entrevistas, a estudante Luiza (nome fictício), do curso de Licenciatura em Química.

Quadro 2: Perfis Conceituais de Energia – Luiza Qui

ZONA 1 – ZONA VITALISTA
Aparece pouco na entrevista; no caso da árvore morta, apesar de a própria Luiza considerar inadequada ao contexto, ela evoca a zona 1 ao fazer relações entre planta, vida e energia.
ZONA 2 – ZONA EMPIRISTA
<p>Luiza evoca a zona 2 em alguns contextos específicos durante a entrevista, às vezes mesclando com a zona 4 (energia como causa do crescimento e desenvolvimento da planta) e com a zona científica (transformações como evidência da existência de energia no sistema. Nesse caso, a ideia de movimento (no sentido mais amplo, como transformação) é evocada como evidência da existência de energia no sistema considerado. A zona empirista aparece também mesclada com a zona causal (esta mais evidente) e científica, ao dizer que a vida da planta (atividade, movimento, crescimento e desenvolvimento) depende do suprimento de energia.</p> <p>Na situação do ratinho correndo e do garoto dormindo, ela deixa explícito a ideia de energia como atividade. Neste caso, vemos modos de dizer próprios da zona empírica: “eu olho pra o rato em movimento eu vejo a energia num sistema, porque ele tá vivo, ele tá se locomovendo, eu vejo movimento.” Interessante que, em relação ao rato morto, ela examina o problema do ponto de vista empírico (zona 2, se não há movimento não haveria energia) e o critica, optando por uma visão científica (pensando na relação com outros seres, decompositores, há energia pois há transformação e atividade).</p>
ZONA 3 – ZONA SUBSTANCIALISTA
<p>No início da entrevista Luiza evoca a zona 3 com a ideia de combustível, no entanto a energia como agente causal prevalece. Mais adiante, na situação da árvore morta, ela evoca novamente a zona com a ideia de energia armazenada nas células, mesmo que com uma interface com a zona científica (ideia de transferência de energia).</p> <p>Ao ser questionada sobre a ideia do sono ser restaurador, Luiza evoca energia como substância de uma maneira mais explícita, com enunciados (modos de dizer) claramente substancialistas: “o alimento se transforma em energia”, permitindo assim a atividade do ser vivo. A metáfora substancialista é clara (o sono restaura energia como uma bateria recarregando na tomada).</p> <p>Em geral, a zona substancialista aparece mesclada com outras, sobretudo Z4 e Z5.</p>

ZONA 4 – ZONA CAUSAL
<p>Esta zona do perfil foi muito evocada durante toda entrevista de Luiza, normalmente mesclada com a zona clássica científica.</p> <p>Logo no início da entrevista, Luiza apresenta a ideia de energia como algo que tem a capacidade de fazer as coisas acontecerem, energia como algo que faz uma coisa funcionar. Deixa claro que apesar de não saber o que é energia, a energia “faz mover, põe as coisas em movimento, faz as coisas funcionarem”.</p>
ZONA 5 – ZONA CIENTÍFICO-CLÁSSICA
<p>Luiza evoca a zona 5 durante quase toda a entrevista, no entanto com ideias lacunares. No caso da árvore morta ela demonstra ter ideia sobre transformação e conservação, no caso do ratinho correndo também, no entanto mostra um raciocínio mais lacunar, já que deixa claro que não sabe como se dão as transformações de energia. No caso do ratinho morto, evoca novamente a ideia de conservação e transformação de energia. No exemplo da vela, apesar da Luiza não dizer de onde vem a energia para mantê-la acesa, ela evoca ideias de transformação, transferência e dissipação.</p> <p>Em suma, a zona é bastante recorrente durante a entrevista, mas sempre com lacunas. A entrevistada não parece se preocupar com a origem da energia, não sabendo explicar como se dá a conservação, mas afirma categoricamente que ela ocorre.</p>
ZONA 6 – ZONA CIENTÍFICO-MODERNA
Zona não evocada em nenhum momento pela entrevistada.

Para esta estudante, temos então as seguintes “intensidades relativas” (números entre parêntesis) das zonas do perfil de energia em termos da recorrência com que são utilizadas para interpretar situações: Z1 (1); Z2 (2), Z3 (3), Z4 (4), Z5 (4), Z6 (0).

Um primeiro resultado das comparações feitas é de que estudantes de Biologia acessam com maior frequência a zona substancialista (Z3), com ênfase na degradação e transferências de energia. Estudantes de química e física operam mais frequentemente com as zonas causal e empirista (Z4 e Z2). Além disso, quando comparados com o grupo da Biologia, apresentam com maior frequência e ênfase, um compromisso com o princípio de conservação da energia, mesmo quando não conseguem explicar de modo convincente como este princípio é válido em várias das situações apresentadas (sistemas não conservativos). Identificamos ainda importantes diferenças entre estudantes de mesmo curso, com maior adesão e refinamento de ideias científicas, em alguns casos; e um entendimento mais próximo do conceito cotidiano de energia, em outros. As razões podem ser várias, incluindo disciplinas cursadas; experiências de iniciação científica; desempenho, interesse e identidade com o curso, entre outras. No entanto, são apenas suposições, posto que neste trabalho não fizemos um levantamento dessas variáveis.

Em domínios mais familiares ao contexto de formação dos estudantes, notamos geralmente maior relação do conceito de energia com outros conceitos e, algumas vezes, com mecanismos causais envolvidos. No entanto, foi frequente o uso de atribuições causais ao conceito de energia como se este bastasse para o entendimento das situações. Como exemplo, vejamos o que diz a estudante Camila, do curso de Física, ao falar sobre o funcionamento de um circuito elétrico simples:

A pilha funciona, basicamente, [com] energia química também né? Os elementos, as substâncias, que compõem a pilha produzem energia elétrica que vão ser utilizados

pela lâmpada pro aquecimento. Eu imagino que seja uma lâmpada incandescente aquece o filamento da lâmpada e ela termina produzindo a luz, e gera calor também. No final, o calor é resposta, assim, da dissipação dela. A gente sempre esbarra no calor, e do calor pra voltar é que é sempre mais complicado. ((entrevistador: Legal. E os processos que resultam nesses efeitos na pilha, nos fios e na lâmpada, quais são eles?)). A pilha é movida a energia química, transforma em energia elétrica ((Entrevistador: como acontece isso?)) Isso eu não me lembro exatamente. Me lembro de ter estudado em eletroquímica, os ions, a transferência de elétrons que gera corrente, essa corrente que vai pelos fios vai, de algum modo. É aqui que entra talvez o mistério. Eu não sei como esta corrente, eu posso aqui usar o efeito joule como carta na manga, vai aquecer o filamento, mas falar disso com mais detalhes já é complicado. Aquece com o filamento, aí gera a iluminação.

Outro resultado da pesquisa foi identificar como zonas não científicas se relacionam com ideias científicas, operando em certos casos como pontes de significação ao conceito científico; em outros, como obstáculos ao entendimento do conceito. Iremos exemplificar isso trazendo dados da entrevista de um estudante de Biologia. Ao longo de sua entrevista, este estudante (codinome Jackson) enuncia e utiliza predominantemente uma concepção de energia que identificamos como empírico-funcional (zona 2). Vejamos um trecho inicial da entrevista:

Sim, nos dois âmbitos [nos seres vivos e em máquinas e equipamentos] energia é utilizada para trabalho, relacionada a trabalho, energia como transformada em algo, como um resultante assim, que resulta em algo, algum objetivo que é necessário à sobrevivência, a algum trabalho, alguma coisa, Energia como se fosse assim, uma condição para que algo seja realizado, para que algo final seja realizado. (JACKSON, Entrevista, Questão 2)

Esta zona, predominantemente funcional, dialoga de modo tênue com as ideias científicas de trabalho, entendido aqui como ação ou atividade e, ainda, como algo útil e necessário. Na sequência, o entrevistador pergunta se há energia em uma planta em crescimento. Transcrevemos a seguir um trecho de sua resposta:

Energia da luz, energia solar que é transformada, vamos dizer assim, um processo orgânico, assim; a transformação da energia solar em uma molécula orgânica, que é a glicose. [Entrevistador: você tinha energia solar e aqui você tem uma molécula orgânica, como está energia nesta história?] - A luz fornece um mecanismo necessário para desencadear essa transformação de moléculas no caso em um vegetal, na célula vegetal. É como se fosse um meio de transformação, como se fosse um start assim, como se fosse um start que resulta na transformação na molécula, na célula, no caso, da planta. Para chegar na glicose, que é a molécula necessária para o organismo sobreviver, vamos dizer assim, é a molécula que fornece energia, o termo é esse; no caso o corpo vegetal. (JACKSON, Entrevista, Questão 3-a)

Vemos que Jackson utiliza essa concepção funcional (no sentido de uma intencionalidade e utilidade) para dar sentido às narrativas de processos biológicos. A energia aparece como um meio de transformação, que resulta em transformações (qualitativas) nas células do vegetal. Neste sentido, podemos dizer que o conceito de energia como “um meio, uma condição para que algo final seja realizado”, embora ainda primitiva e não científica, dialoga e contribui com o entendimento de ideias científicas.

Importante destacar que o finalismo (ou causalidade teleológica), com outros pressupostos, e um caráter menos utilitarista e intencional, está também presente no pensamento biológico contemporâneo, por meio de um raciocínio funcionalista que é característico de uma perspectiva evolutiva darwiniana sobre os seres vivos. Nesta perspectiva, pode-se dizer que se fixaram em diferentes grupos de seres vivos, em sua história evolutiva, diversas estruturas e comportamentos que lhes permitem obter energia para que possam crescer, reproduzir e sobreviver enquanto espécie (Mayr, 1998; El Hani e Emmeche, 2000). Dentro de um quadro explicativo evolutivo,

no qual a seleção de uma estrutura ou comportamento pode levar à manutenção de um processo que tem uma função particular dentro de uma linhagem de organismos, uma explicação teleológica válida por ser elaborada. Sua validade depende, contudo, de que a moldura explicativa evolucionista esteja claramente colocada para o sujeito que sustenta essa explicação.

Voltando à entrevista de Jackson, em outro contexto ele se vale desta mesma concepção empírico-funcional de energia (zona 2 do perfil) para interpretar o fenômeno da queima de uma vela. Transcrevemos abaixo trechos de sua resposta:

*Na vela, luz, combustão, (pausa) não sei explicar como energia está envolvida, processo químico... **Combustão tem necessidade de energia**; é necessária alguma energia. Combustão precisa de energia também, pra que ela ocorra tem que ter energia [entrevistador: de onde vem?] aí é que está. Luz é resultado da combustão da cera, da parafina da vela. Proveniente da combustão da parafina da vela. Fiquei meio perdido nessa aí. o máximo que consigo chegar é isso. (JACKSON, Entrevista Questão 3-f)*

Em nossa interpretação, Jackson supõe que a combustão, vista como atividade, requer energia, e que essa energia será depois convertida em luz. No entanto, esta solução parece não satisfazê-lo plenamente (“fiquei meio perdido nesta aí”). Vemos então esta mesma concepção empírico-funcional de energia, que no caso do vegetal em crescimento sustentou uma aproximação com ideias científicas, constitui-se, para Jackson, em obstáculo para o entendimento da narrativa científica sobre o fenômeno da queima de uma vela. A razão para isso pode ser a de que o raciocínio funcionalista que, no caso do crescimento de um vegetal, poderia dar fundamento a uma explicação teleológica, não cabe do mesmo modo no caso da vela. Contudo, essa razão não parece estar clara para o próprio Jackson.

Conclusões

Algumas discussões entre o primeiro e segundo autor resultaram em entendimento renovado das zonas, sobretudo no caso de explicações teleológicas (algumas delas evocando zona empiricista; outras, zona científico-clássica). Houve, ainda, entendimento da equipe de que as zonas não científicas (Z1 a Z4) eram muitas vezes incorporadas ao conhecimento científico escolar e hibridizadas com zona científico-clássica. Nesses casos, eram usadas pelos sujeitos como pontes para o entendimento do conceito científicos. Em outros casos, se apresentavam como obstáculos ontológicos e/ou epistemológicos a superar.

Os estudantes entrevistados mostraram vivo interesse nas entrevistas e na oportunidade que tiveram em examinar e refletir sobre os entendimentos que tinham de energia, com tomada de consciência do perfil conceitual. Essa habilidade, a nosso ver, é fundamental para o planejamento de situações de ensino e do tratamento dado ao conceito ao longo do currículo. Além disso, destacamos a necessidade de combinar as narrativas sobre energia com outros conceitos e modelos causais nos vários domínios científicos evocados nas situações - mecânica, termodinâmica, circuitos elétricos, transformações químicas, metabolismo, entre outras. O diálogo entre as áreas científicas e os conceitos e modelos operados por elas é uma exigência de um ensino de energia ao longo do currículo na educação básica. O mesmo deveria ocorrer na formação de professores e nos currículos de licenciatura em Física, Química e Biologia.

Referências

- AMARAL, E. M. R., & MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1, 5–18, 2001.
- AMARAL, E.R.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.. A Conceptual Profile of Entropy and Spontaneity: Characterising Modes of Thinking and Ways of Speaking in the Classroom. In: Mortimer & El-Hani (Eds), **Conceptual Profiles**. Springer, Dordrecht, p. 201-234, 2014.
- ANGOTTI, José André Peres. Conceitos unificadores e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 191-198, 1993.
- AGUIAR, Orlando; SEVIAN, Hannah; EL-HANI, Charbel N. Teaching About Energy: application of the Conceptual Profile Theory to overcome the encapsulation of school science knowledge. **Science & Education**, v. 27, n. 9-10, p. 863-893, 2018.
- BLISS, J., & OGBORN, J. Children's choices of uses of energy. **European Journal of Science Education**, 7, 195–203, 1985.
- DAUER, J.M.; MILLER, H. K.; ANDERSON, C. W. Conservation of energy: An analytical tool for student accounts of carbon-transforming processes. In: Chen et al (Eds.) **Teaching and learning of energy in K–12 education**. Springer, Cham, p. 47-61, 2014.
- DRIVER, R., & MILLAR, R. (Eds.). **Energy matters**. Leeds: University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, 1986.
- EL-HANI, C.N. & EMMECHE, C. On some theoretical grounds for an organism-cented biology: property emergence, supervenience, and downward causation. **Theory in Biosciences**, 119 (3-4), 234-275, 2000.
- NEXT GENERATION SCIENCE STANDARDS LEAD STATES. **Next generation science standards: For states, by states**, 2013. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standard>
- MAYER, E. (1982) **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico: Diversidade, Evolução e Herança**. Editora UnB, Brasília, 1998.
- MORTIMER, E. F., & EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht: Springer, 2014.
- SIMÕES NETO, J. E. **Uma proposta para o perfil conceitual de energia em contextos de Ensino da Física e da Química** (Tese de Doutorado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.
- SOLOMON, J. **Getting to know about energy in school and society**. London: Routledge, 1992.

INTERESSE PELA DOCÊNCIA: UM OLHAR ATRAVÉS DE RETRATOS SOCIOLÓGICOS

INTEREST IN TEACHING: A LOOK THROUGH SOCIOLOGICAL PORTRAITS

Jailton Correia Fraga Junior¹, Vanessa Carvalho de Andrade², Paulo Lima Junior³

¹Universidade de Brasília/Instituto de Física, jailtoncfjr@gmail.com

²Universidade de Brasília/Instituto de Física, andrade@fis.unb.br

³Universidade de Brasília/Instituto de Física, paulolimajr@unb.br

Resumo

A falta de interesse pelo ingresso na carreira (FERREIRA JR.; BITTAR, 2006; CONTRERAS, 2012) e o alto índice de evasão dos cursos (SILVA FILHO et al., 2007) são os principais fatores pela falta de professores de Física no Brasil. Este trabalho buscou estudar o perfil de alguns estudantes que estão cursando Licenciatura em Física em uma universidade federal (Universidade X) com o objetivo de, através de retratos sociológicos (LAHIRE, 2004), analisar as histórias de vida desses estudantes buscando fatos que puderam contribuir para sua decisão de ser professor. Além disso, procuramos também olhar para a vontade de ser professor sob um olhar de vocação docente (LIMA JUNIOR, 2018). Baseado na análise realizada, foi possível perceber que o prazer por ensinar foi mais importante na decisão de seguir uma carreira na licenciatura, decisão essa que não sofreu muita influência da origem social. Outro ponto observado foi que as experiências acadêmicas não pesaram negativamente no interesse pela docência dos entrevistados.

Palavras-chave: Interesse pela docência; Retratos sociológicos; Vocação.

Abstract

The lack of interest in entering the career (FERREIRA JR.; BITTAR, 2006; CONTRERAS, 2012) and the high dropout rate of the courses (SILVA FILHO et al., 2007) are the main factors of the lack of Physics teachers in Brazil. This work sought to study the profile of some students who are taking a Degree in Physics at a federal university (University X) in order to, through sociological portraits (LAHIRE, 2004), analyze the life stories of these students looking for facts that could contribute to the decision of being a teacher. In addition, we also look at the desire to be a teacher from a perspective of teaching vocation (LIMA JUNIOR, 2018). Based on the analysis, it was possible to realize that the pleasure of teaching was more important in the decision to pursue a career in teaching, a decision that did not suffer much influence from social origins. Another point observed was that academic experiences did not influence negatively on the students' interest in teaching.

Keywords: Interest in teaching; Sociological portraits; Vocation.

Introdução

O curso de Física possui, no Brasil, as maiores taxas de evasão quando comparado aos demais cursos de nível superior (SILVA FILHO et al., 2007). Silva e Pereira (2019) fizeram uma pesquisa na literatura sobre trabalhos na área de Ensino de Ciências referentes ao fracasso escolar (que pode posteriormente culminar na evasão do aluno). Em sua busca, encontraram trabalhos que apresentam visões diferentes para esse fracasso. Essas visões foram agrupadas em três categorias: pessoal, institucional e social (SILVA; PEREIRA, 2019).

Dentre os motivos que levam o aluno a não ter um bom desempenho escolar, a não adaptação (ARRUDA et al., 2006), o baixo desempenho (COSTA; COSTA, 2013) e a falta do hábito de estudo (MICHA et al., 2018) são apontados como fatores pessoais que pesam e podem levar o aluno a evadir. Além disso, a não identificação com o curso e as diferenças sociais (DAITX; LOGUERCIO; STRACK, 2016; MENEZES et al., 2018) fazem com que os alunos passem a buscar outros caminhos com os quais se identificam, levando assim à evasão.

Tinto (1987) apresenta um sistema que busca explicar a evasão de alunos no ensino superior. Em seu modelo, é possível observar que os alunos chegam à universidade com expectativas (motivações iniciais) que durante a vida acadêmica, através de experiências de integração social (com os demais estudantes, professores e funcionários) e acadêmica (com a instituição), sofrem alterações e resultam em novas aspirações e perspectivas para seu futuro profissional.

A proletarização da profissão contribuiu para que pessoas começassem a rejeitar a possibilidade de seguir uma carreira como professor (DAITX; LOGUERCIO; STRACK, 2016; MENEZES et al., 2018; MICHA et al., 2018), fazendo com que a profissão tenha menos prestígio e deixe de ser cobiçada por pessoas de origem social mais abastada (LIMA JUNIOR, 2018). Como uma consequência dos fenômenos citados anteriormente, a formação de professores de Física também está comprometida (BRASIL, 2007).

Os motivos pelos quais os alunos ingressantes no ensino superior optam pela Licenciatura em Física são diversos. Em um trabalho realizado por Lima Junior et al. (2020), foi possível identificar que os alunos que ingressaram na Licenciatura em Física possuíam algumas motivações iniciais, tais como a busca pela satisfação profissional, o interesse em ser professor e a empregabilidade da profissão. Em seu trabalho, Hirota et al. (2018) faz um estudo sobre o perfil motivacional de ingressantes no curso de Física da USP, obtendo que as motivações mais comuns são a busca pelo conhecimento e a realização de seus objetivos por ir à uma universidade. Esses estudos foram realizados quantitativamente, através de análises de questionários. Contudo, faz-se necessário uma análise qualitativa dessas motivações iniciais dos alunos de Física.

Essa pesquisa visa compreender a gênese do interesse pela docência dos estudantes de Licenciatura em Física da Universidade X (uma universidade federal) analisando suas histórias de vida dentro e fora da universidade. Para isso, foram realizadas entrevistas, de forma voluntária, com alguns dos estudantes deste curso, com o objetivo de realizar um estudo de caso. Além disso, esta pesquisa também está orientada por algumas questões, como: o interesse pela docência dos alunos sofreu alterações durante suas vidas acadêmicas? Essas alterações poderiam reafirmar ou levar à desistência da docência? Qual o perfil dos estudantes que optam por seguir

uma carreira de docente? Espera-se, com essa pesquisa, entender alguns fatores que contribuem para que alunos egressos do Ensino Médio optem cursar uma Licenciatura em Física.

Referencial teórico

Em seu livro intitulado “A distinção - crítica social do julgamento”, Bourdieu (2006) analisa a estrutura das relações de classe, introduzindo o *habitus* como princípio gerador de práticas capaz de explicar a correspondência entre ações individuais e posições sociais. Esse princípio orientaria, de forma flexível e pré-consciente, as ações individuais de tal maneira que algumas delas pareceriam ser resultado de cálculos racionais. É verdade que algumas frações da sociedade dependem mais da escola que outras para manter seus privilégios relativos. Por exemplo, as frações mais escolarizadas da classe média geralmente exercem profissões cuja prática legítima depende de certificados escolares (médico, engenheiro, advogado). Segundo Bourdieu (2006), a necessidade feita virtude traduzida no *habitus* contribui para que essas famílias realizem altos investimentos na vida escolar de seus filhos não somente por um cálculo racional, mas por acreditarem que trajetórias escolares prestigiadas são também as mais virtuosas. Assim, suas ações corresponderiam a um projeto de ascensão social que pode não ter sido jamais pensado e calculado pela razão individual (BOURDIEU, 2006).

Orientados por um princípio gerador de práticas correspondente à sua origem social, cada indivíduo tenderia a realizar uma trajetória escolar mais ou menos previsível (BOURDIEU, 2006). Esse esquema teórico mais macro-sociológico explica muito bem o sucesso escolar das frações mais privilegiadas da sociedade, mas precisaria passar por adaptações para explicar os casos de contratendência, o sucesso escolar em meios populares. Caminhando nessa direção, Lahire (2004) apresenta um novo olhar para um estudo sociológico da sociedade, um olhar centrado no indivíduo. Segundo ele, cada indivíduo carregaria um conjunto de disposições incorporadas que são resultado dos processos de socialização pelos quais passou e que não correspondem necessariamente à posição do indivíduo na estrutura das relações de classe. Essa correspondência, segundo Lahire, precisaria ser decidida empiricamente e caso a caso.

Diversas são as razões pelas quais os alunos ingressam em um curso de Licenciatura em Física. Alguns seguem essa vida por interesse estritamente financeiro (por acreditarem ter uma garantia de emprego ao concluírem o curso) ou por sentirem prazer, satisfação em exercer a docência (LIMA JUNIOR et al., 2020). Com relação a essa satisfação e paixão por exercer a docência, Lahire (2004) comenta que “os hábitos que foram interiorizados precocemente, em condições favoráveis à sua boa interiorização [...] e que encontram condições positivas (socialmente gratificantes) de concretização, podem dar lugar àquilo que é comumente denominado por paixão”. Além disso, essa precoce internalização de certas práticas pode levar também o indivíduo a crer em uma determinada vocação para a docência (LIMA JUNIOR, 2018).

A partir desses referenciais, buscamos olhar para a vida dos alunos entrevistados, que possuem diferentes origens sociais e tiveram assim uma trajetória escolar muito diferente, a fim de encontrar experiências em suas vidas que possam ter internalizado essa prática de docência e se, em caso afirmativo, essa prática é tida como uma paixão ou uma vocação. Além disso, tivemos por objetivo conhecer os motivos pelos quais esses diferentes alunos, de trajetórias sociais distintas, convergiram para um mesmo ponto: a Licenciatura em Física.

Metodologia

Nossa metodologia foi inspirada nos retratos sociológicos propostos por Lahire (2004). Ela consiste na realização de vários encontros com cada entrevistado, com distância temporal de alguns dias. Além disso, cada encontro tinha uma matriz de entrevistas própria, abordando os temas como escola, trabalho e família. Como orienta em seu livro, “o fato de ter de falar de si mesmo durante tanto tempo excluía, quase por completo, dois tipos de pesquisados, do ponto de vista da relação com os pesquisadores: os muito próximos e os totalmente desconhecidos” (LAHIRE, 2004, p.33). Portanto, os alunos convidados a participar dessa pesquisa são pessoas que são conhecidos dos pesquisadores, porém não são muito íntimos.

Durante as entrevistas, foram abordados os seguintes tópicos: Apresentação, Família, Lazer, Sociabilidade, Trabalho, Religião, Escola e Interesse pela ciência/interesse pela docência. Esses tópicos foram divididos em três entrevistas que duraram em média uma hora cada, totalizando três horas em média por entrevistado. Os entrevistados assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a gravação e o uso de suas entrevistas em trabalhos acadêmicos, desde que de forma anônima.

No tópico de apresentação e família, buscou-se localizar os alunos no espaço social descrito por Bourdieu (2006). Ou seja, buscamos saber a origem social de cada entrevistado e de suas famílias. Ao falar sobre a família, buscou-se também entender a relação do entrevistado com sua família durante sua vida. Ao abordar os tópicos de escola e interesse pela ciência e interesse pela docência, buscou-se entender como eram os entrevistados durante sua vida escolar e sua relação com as disciplinas de ciências, em especial a Física. Os demais tópicos estiveram presentes na entrevista para entender como o entrevistado se portava em diferentes contextos e espaços de socialização.

Os retratos sociológicos foram escolhidos como inspiração por ser uma metodologia que busca “captar os efeitos causados nos entrevistados pelas grandes matrizes socializadoras que são, acima de tudo, a família [...], a escola e o universo de trabalho, assim como as instituições culturais, esportivas, religiosas, políticas, movimentos de jovens” (LAHIRE, 2004, p.38). Ou seja, por buscar as influências desses diferentes contextos na vida das pessoas, optou-se por realizar entrevistas inspiradas nos retratos sociológicos para a investigação dos objetivos desta pesquisa.

Resultados

Serão apresentadas a seguir um resumo das histórias de vida dos entrevistados, que serão identificados por Entrevistada A e Entrevistado B. As histórias de vida retratadas abaixo são um recorte das informações que estão focalizados nas experiências de vida que os entrevistados tiveram com a ciência e a docência, a fim de fazer um levantamento sobre motivos pela escolha do curso de Licenciatura em Física.

Entrevistada A

Entrevistada A é uma mulher de 21 anos, está em seu terceiro ano de graduação, mas fora do fluxo. Ela mora em uma cidade afastada do centro, de caráter rural. Sua origem social é de classe popular, vindo de uma família composta por 16 pessoas (os pais e mais 14 filhos). Seu pai possui Ensino Médio completo e sua mãe Ensino Fundamental completo. Sua mãe é dona de casa e seu pai é aposentado (ex-

funcionário público). Seus dois irmãos mais velhos fizeram cursos técnicos e sua irmã mais velha é licenciada em Química em uma universidade particular.

Sua trajetória escolar foi realizada em escolas públicas, em sua maioria em uma escola rural de sua cidade. Ela comenta que as escolas por onde passou tinham uma boa infraestrutura, chegando até a estudar numa das melhores escolas da região. Ela se considera como uma aluna que tirava nota suficiente para passar, mas também não eram notas altas. Relata que suas dificuldades nas matérias de ciências eram devidas à falta de correlação entre o conteúdo ensinado e o seu cotidiano, mostrando ter muitas dificuldades de aprender a partir de exemplos abstratos.

Ela se considera curiosa e observadora. Comenta que de tanto observar o pai mexer nas instalações elétricas de casa, aprendeu a arrumar a tomada de seu quarto, sem precisar pedir ajuda para resolver essa questão. Essa curiosidade despertou nela um interesse pelos tópicos de ciências e, em especial de Física, pois ela queria saber o que estava por trás dos fenômenos estudados, quem era o responsável pelo que ela estudava.

O cuidado e ajuda sempre estiveram presentes em sua vida. Por ter muitos irmãos mais novos, ajudava sua mãe a cuidar da casa e de seus irmãos. Além disso, sua mãe também a ensinava e dava dicas sobre alguns cuidados que ela deveria ter com os irmãos e com alguma pessoa que ela fosse cuidar. A questão do cuidado com o próximo esteve tão presente e é tão marcante em sua vida que ela pensou em seguir uma carreira na área da saúde. Por gostar de animais, pensou inicialmente em Medicina Veterinária, mas, por questões de saúde, sua mãe a convenceu a desistir dessa ideia e, caso ela quisesse ir para algum curso da saúde, que fosse Enfermagem.

Durante sua vida escolar, afirma que gostava mais das disciplinas de exatas e de gramática, porque possuem regras e são uma sequência, como uma “receita de bolo”. Essa questão, aliada à sua curiosidade, fizeram com que ela tivesse bastante interesse pela Física, ainda mais após ter contato com uma professora de Física no segundo ano do Ensino Médio. Apesar disso, quando a Entrevistada A foi perguntada sobre a razão pela qual decidiu ir para a Física, ela diz que não sabe, que foi uma paixão da juventude.

Sua opção pela escolha da Licenciatura está ligada à vontade de ajudar o próximo. Por haver passado por experiências ruins com professores de Física, ela busca outras metodologias já que, da própria experiência enquanto estudante, reconhece que teve apenas aulas cansativas, com frequente exposição de conteúdo no quadro

Em sua entrevista, ela comenta que decidiu entrar no Ensino Superior por acreditar que isso fosse trazer benefícios futuros. Ela diz que despençou na universidade, pois foi aprovada em sexta chamada, um mês após o começo das aulas. Por ser um ambiente novo para ela (é a primeira na família a estudar nessa universidade), sofreu bastante com questões de entender como a universidade funciona e o seu papel dentro dela. Essas dificuldades a fizeram repensar inúmeras vezes qual era seu lugar na universidade e se estava realmente fazendo o que queria.

Entrevistado B

Entrevistado B é um homem de 21 anos e está em seu quarto ano no curso. Mora em uma cidade bem próxima do centro, um bairro de poder aquisitivo razoavelmente alto. Sua origem social é de classe média alta, vindo de uma família

composta por seus pais e seu irmão mais novo. Seus pais possuem pós-graduação e são dentistas.

Sua trajetória escolar foi realizada em escolas particulares, em sua maioria em uma mesma escola localizada também em um bairro de poder aquisitivo razoavelmente alto. Desde o seu Ensino Fundamental, teve contato com aulas experimentais em laboratórios da escola. Ainda nessa época, ele afirma que houve um período em que abdicava de seus horários de recreio para ir à biblioteca fazer a leitura de livros de anatomia humana. Foi também nesse período que ele começou a ter um fascínio maior por ciências, a partir das aulas sobre Astronomia. Ele afirma que sempre teve uma curiosidade por aprender mais e que, por fazer esses estudos extras, adquiriu uma boa bagagem que o ajudou a obter boas notas nas disciplinas de ciências.

Ele afirma que sua relação com as disciplinas de ciências sempre foi muito boa desde cedo e que tinha um interesse por essa área. Seu pai, um homem aficionado por ciência e ficção científica, instigou em seu filho o interesse pelas ciências. O Entrevistado B relata que, quando menor, um dos seus castigos era não poder assistir televisão, mas, se ainda assim quisesse assistir algo, seu pai impunha que deveria ser o documentário Cosmos, de Carl Sagan.

Essa relação desde pequeno com a Astronomia lhe trouxe frutos mais a frente: foi medalhista da Olimpíada Brasileira de Astronomia e, durante seu Ensino Médio, após ser requisitado por sua professora de Física, deu uma aula de Astronomia e Gravitação para alunos do Ensino Fundamental de sua escola. Essa professora de Física inclusive cumpriu um papel importante na vida do Entrevistado B, pois a mesma afirmava que ele seria um bom professor de Física, após ver como ele tinha facilidade para ensinar aos seus colegas de classe.

Em sua entrevista, vemos que o mesmo considera desde cedo fazer um Doutorado. Por estar presente em um contexto onde os pais possuem pós-graduação, o mesmo vê o Ensino Superior como o caminho a ser seguido. Além disso, ele também afirma que parte da influência por querer dar prosseguimento nos estudos após o Ensino Médio deve-se ao fato de ter estudado em uma escola particular, local onde ele também fora instruído a fazer uma faculdade.

Quando perguntado sobre sua relação com o ensino, o Entrevistado B afirma que, durante o Ensino Médio, quando já sabia o conteúdo de Física, ele costumava prestar atenção na relação professor-aluno e tirar conclusões sobre as formas de abordagem do conteúdo de sua professora de Física. Além disso, ele afirma que era gratificante ensinar seus colegas e ver que os mesmos tiravam boas notas nas provas.

Desde que chegou à Brasília, sua família possui como vizinhos um casal de físicos médicos e ele comenta que, por sua mãe ver esse casal viajando bastante ao exterior, teria comentado e dado sua permissão para que ele fosse para a Física, pois era uma profissão que dava dinheiro. Porém, ao saber que ele decidira por seguir a carreira de professor, surgiu o pensamento de que seu filho seria pobre.

Para o Entrevistado B, ser professor sempre esteve em seus planos, porém o mesmo não deseja exercer apenas uma profissão. É recorrente em sua fala que o mesmo sempre teve dúvidas entre qual profissão seguir: professor de Física ou desenhista, e que ainda hoje essa dúvida permanece. Contudo, ele afirma que exercerá sim a profissão de docente ao concluir seu curso, apesar de suas incertezas.

Análise das histórias de vida

Como podemos observar, os dois entrevistados são sujeitos que tiveram uma formação e experiências de socialização diferentes, porém suas trajetórias de vida convergiram para um mesmo ponto: ambos são alunos de Licenciatura em Física. Levantaremos a seguir alguns pontos interessantes que aconteceram em suas vidas e que podem ter sido influências para suas escolhas de carreira.

O Entrevistado B, por estar inserido em uma família que possui Ensino Superior, teve um contato maior com aspectos que estão presentes nesse ambiente (como podemos ver em seu desejo de fazer doutorado desde criança). Já a Entrevistada A, por não ter tido esse contato e não conhecer o ambiente acadêmico, sofreu ao ingressar na universidade, pensando diversas vezes em desistir do curso.

Ambos tiveram em suas trajetórias escolares uma experiência de ensinar outros alunos, tanto colegas de classe, quanto alunos mais novos do Ensino Fundamental. Essas experiências trouxeram satisfação e prazer ao ajudar seus colegas, criando um ambiente favorável para que eles reconheçam que possuem uma vocação para a docência (LIMA JUNIOR, 2018).

O Entrevistado B reconhece em sua vida que seu pai teve fortes influências pelo seu gosto e interesse pela ciência, porém, em sua fala há trechos recorrentes do tipo “sempre gostei de ciências”, “escolhi Física porque gosto”. Assim, percebe-se que ele não associa diretamente o incentivo do pai pela ciência ao seu gosto supostamente “nato” por ela. Algo similar acontece com a Entrevistada A que, por observar seu pai desde pequena a mexer com questões de eletricidade e despertar um interesse por essa área, responde que escolher Física foi por uma paixão da época de escola, não reconhecendo a influência de suas observações no despertar de seu interesse pela Física.

Considerações finais

A partir das entrevistas desses alunos, pudemos ver como o papel da família na infância e adolescência das pessoas é bastante influenciadora, pois é nessa faixa etária que definimos nossos gostos, preferências e modos de agir e pensar, que são herdados de distintas maneiras (LAHIRE, 2004).

Com relação ao perfil dos ingressantes na Licenciatura em Física, pudemos ver que, no caso retratado acima, a origem social não foi tão determinante para a escolha de um curso de nível superior. Mas vale ressaltar que a origem social pode tornar a realização do curso mais suave ou traumática e contribuir de alguma forma na questão da evasão.

No que diz respeito à influência das experiências durante a vida acadêmica no interesse pela docência, ambos entrevistados tiveram experiências acadêmicas distintas. Entrevistada A mostrou-se desmotivada com seu desempenho no curso, porém, ainda assim gostaria de ensinar, mesmo que outra disciplina. Já Entrevistado B, que teve experiências de docência durante sua vida acadêmica (o mesmo já realizou os estágios obrigatórios), continua convicto sobre ser professor de Física após concluir o curso. Vemos então que a vida universitária não afetou diretamente no interesse pela docência, porém, no caso da Entrevistada A, há uma certa desmotivação e incerteza quanto a seguir no curso de Física.

A partir dos estudos das trajetórias de vida dos alunos de Licenciatura em Física, podemos entender melhor como se dá o processo de gênese do interesse pela

docência e quais socializações são favoráveis ou inibidoras à essa gênese, sendo uma grande ferramenta para o estudo de formação de professores de Física no Brasil.

Referências

- ARRUDA, S. de M. *et al.* Dados comparativos sobre a evasão em Física, Matemática, Química e Biologia da Universidade Estadual de Londrina: 1996 a 2004. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 418–438, 2006.
- BOURDIEU, P. **A distinção: crítica social do julgamento**. Porto Alegre: Zouk, 2006.
- BRASIL. **Escassez de professores no ensino médio: propostas estruturais e emergenciais**. Brasília: Ministério da Educação, 2007.
- CONTRERAS, J. **A autonomia dos professores**. São Paulo: Cortez Editora, 2012.
- COSTA, C. L. A.; COSTA, C. V. B. Desempenho e atitudes em relação à matemática de alunos do 6o ano do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 1–11, 2013.
- DAITX, A. C.; LOGUERCIO, R. D. Q.; STRACK, R. Evasão E Retenção Escolar No Curso De Licenciatura Em Química Do Instituto De Química Da Ufrgs. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 153–178, 2016.
- FERREIRA JR., A.; BITTAR, M. A ditadura militar e a proletarização dos professores. **Educação e Sociedade**, v. 27, n. 97, p. 1159-1179, 2006.
- HIROTA, L. C. B *et al.* Perfil motivacional dos alunos dos cursos de graduação em Física. In: XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 17., 2018, Campos do Jordão. **Atas [...]**. Campos do Jordão: SBF, 2018.
- LAHIRE, B. **Retratos sociológicos: disposições e variações individuais**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- LIMA JUNIOR, P. Trajetórias dos professores de ciências em tempos de proletarização: família e vocação docente. In: L. MASSI; P. LIMA JUNIOR; E. BAROLI (Org.). **Retratos da docência: contextos, saberes e trajetórias**. Araraquara: Letraria, 2018, p. 435-459.
- LIMA JUNIOR, P. *et al.* A integração dos estudantes de periferia no curso de Física: razões institucionais da evasão segundo a origem social. **CIÊNCIA & EDUCAÇÃO (ONLINE)**, 2020 (artigo aceito para publicação).
- MENEZES, D. P. *et al.* A Física da UFRGS em números: evasão e gênero. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 324–336, 2018.
- MICHA, D. N. *et al.* O novo currículo do Curso de Licenciatura em Física do CEFET/RJ, Campus Petrópolis. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 478–517, 2018.
- SILVA, F. P., PEREIRA, A. P. de. Uma revisão sobre fracasso escolar no ensino de ciências. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Atas [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019.
- SILVA FILHO, R.L.R. *et al.* A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v.37, n.132, p. 641-659, 2007.
- TINTO, V. **Leaving college: rethinking the causes and cures of student attrition**. Chicago: University Press, 1987.

O tema Energia Solar Fotovoltaica para o Ensino de Física na visão de três professores

The topic Photovoltaic Solar Energy for Physics Teaching in the view of three teachers

Ygor Bernardes Santos¹, Orlando Aguiar Jr²

¹UFMG/Faculdade de Educação/ ygb00@icloud.com

²UFMG/DMTE/Faculdade de Educação, orlando@fae.ufmg.br

Resumo

Neste trabalho apresentamos uma etapa de pesquisa de mestrado profissional, que tem por objetivo apresentar e analisar uma entrevista feita com professores, sobre uma sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica pautada em aspectos de ciência, tecnologia e sociedade. Para isso, foram convidados três professores de física da Rede Estadual de Minas Gerais, sendo dois preceptores do programa Residência Pedagógica e uma supervisora do PIBID, interessados em utilizar esse material em suas aulas. Os professores fizeram uma leitura prévia dessa sequência de ensino e do relato, feito pelos autores da proposta, de seu desenvolvimento e primeira implementação. Após a leitura, foi realizada uma entrevista semiestruturada, com o objetivo de identificar os pontos de interesse e possíveis ressalvas dos professores quanto à proposta original e escolhas que cada um deles faria para adequar a sequência de ensino, de acordo com seus objetivos, contextos de ensino e preferências. A análise das entrevistas foi feita na perspectiva da formação continuada de professores pesquisadores no contexto de inovações educacionais (MALDANER, 1999, 2006) e dos dilemas profissionais por eles vivenciados (WINDSCHITL, 2002). Os resultados apontam para preferências e obstáculos encontrados pelos professores em trabalhar com temas de física com abordagem CTSA em salas de aula.

Palavras-chave: sequência de ensino, energia solar fotovoltaica, abordagem CTS, formação de professores.

Abstract

In this work we present a professional master's research stage, which aims to present and analyze an interview made with teachers, about a sequence of teaching about solar photovoltaic energy based on aspects of science, technology and society. For this, three physics teachers from the Minas Gerais State establishments, who wish to use the approach in their classrooms, were invited to collaborate. Two of them were preceptors of the Pedagogical Residency program and one, a PIBID supervisor. The teachers read this teaching sequence and the report, made by the authors of the proposal, of its development and first implementation. After reading, a semi-structured interview was conducted, with the objective of identifying the points of interest and possible reservations of the teachers regarding the original proposal and choices that each one would make to adapt the teaching sequence, according to their objectives, contexts of teaching and preferences. The analysis of the interviews was carried out in the perspective of the continuing training of teacher researchers in the context of educational innovations (MALDANER, 1999, 2006) and the professional dilemmas they experienced (WINDSCHITL, 2002). The results point to preferences and

obstacles encountered by teachers in working with topics of physics with a CTSA approach in classrooms. The analysis of the interviews was carried out in the perspective of the teacher as researchers in professional development (MALDANER, 1999, 2006) and the dilemmas they experienced (WINDSCHITL, 2002). The results point to preferences and obstacles encountered by teachers in working with topics of physics with a CTSA approach in the classrooms.

Keywords: teaching sequence, photovoltaic solar energy, CTS approach, teacher training.

Introdução

Este trabalho consiste em uma primeira etapa de pesquisa de mestrado, que tem como objetivo validar, do ponto de vista de professores envolvidos em inovações, uma sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica, com abordagem CTS.

Várias pesquisas vêm sendo conduzidas sobre abordagens de ensino CTS no contexto de formação inicial e/ou continuada de professores. Parte dessas pesquisas examina ambientes em que professores participam da produção de abordagens inspiradas no movimento CTS, outras, na adequação de recursos para tal. Os resultados desses trabalhos apontam, em geral, entendimentos parciais e/ou equivocados dos professores sobre os propósitos deste tipo de abordagem (p.ex., visando apenas uma contextualização de conteúdos conceituais de física) ou apresentam uma visão limitada das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ou, ainda, com visões inadequadas sobre a natureza da ciência (FIRME & AMARAL, 2008; SILVA & MARCONDES, 2015; SOUZA & PEDROSA, 2017).

Neste trabalho, procuramos compreender as tensões e dilemas profissionais de professores envolvidos em inovações curriculares. Segundo Windschitl (2002), tais dilemas envolvem aspectos relativos à dimensão conceitual (quais ênfases dar aos conteúdos da física?), pedagógica (quais abordagens e metodologias de ensino adotar? qual é o custo-benefício de cada uma delas considerando limitações de tempo e recursos?), culturais (que efeitos essas abordagens terão na formação dos estudantes?) e políticas (pressões e expectativas dos estudantes, gestores e professores sobre objetivos da educação escolar, incluindo preparação para exames).

Consideramos os ambientes do Programa Institucional de Bolsas Iniciação da Docência (PIBID) e da Residência Pedagógica (RP) em Física da UFMG como um ambiente de formação inicial e continuada de professores, que busca a formação de professores pesquisadores de sua prática profissional no sentido proposto por Maldaner (1999, 2006). Segundo o autor, se a vivência for analisada e problematizada “a luz dos avanços teóricos pode assumir importante papel na formação dos novos professores. É por ela que os avanços teóricos adquirem significados e concretude, permitindo novos níveis de pensamento pedagógico. (MALDANER, 1999, p. 290)

Como problemas de pesquisa, perguntamos: Como os docentes se relacionam com uma sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica? Quais são as escolhas ao optar por aplicar a sequência? Quais são suas intenções de ensino? Quais dilemas envolvidos na escolha de conteúdos e objetivos de aprendizagem?

A pesquisa envolveu entrevistas com três professores de física, sobre a pertinência e adequação de uma sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica, elaborada por Lima (2018) em sua dissertação de mestrado, para o ensino de física.

Esta primeira etapa possibilitou adaptações da sequência, por cada um dos professores, para uso e validação em suas escolas e contextos de salas de aula.

Outro referencial teórico-metodológico que usaremos neste trabalho, pauta-se nos estudos sobre *design research* voltado para a educação, Plomp *et al.* (2007). Segundo o autor, a pesquisa em design educacional:

É o estudo sistemático de planejamento, desenvolvimento e avaliação de intervenções educacionais, como programas, estratégias e materiais de ensino-aprendizagem, produtos e sistemas, como soluções para problemas complexos na prática educacional, que também visa promover o conhecimento sobre as características dessas intervenções e os processos de projetá-las e desenvolvê-las. (PLOMP *et al.* 2007, p.13)

Plomp e colaboradores sugerem que, para realizar uma pesquisa baseada em *design research*, deve-se seguir alguns passos para sua elaboração como identificação e análise dos problemas pelos pesquisadores, desenvolvimento de protótipos de solução, realização de ciclos de testes e refinamento das soluções, etapas que devem ser acompanhadas por uma reflexão sobre todo o processo. As entrevistas com professores, relatadas neste trabalho, são parte dessa metodologia.

Metodologia

Para dar início ao trabalho, foram realizadas entrevistas com três professores integrantes dos projetos PIBID ou RP, que lecionam na Rede Estadual de Minas Gerais. O projeto de mestrado, em sua totalidade, consiste em elaborar e reelaborar sequências de ensino sobre energia solar fotovoltaica, para que elas se tornem tangíveis quanto aos seus objetivos e exequibilidade em sala de aula, na visão dos professores. Nesta perspectiva, professores não seriam apenas “aplicadores” das sequências, posto que se apropriam delas e as ajustam às suas crenças, motivações e estilos de ensino (MALDANER, 2006), no enfrentamento de seus dilemas profissionais (WINDSCHITL, 2002).

A centralidade do conceito no desenvolvimento de currículos de ciências é reconhecida por pesquisadores e enfatizada em documentos oficiais (BNCC, 2018; NRC, 2011; NGSS, 2014). Segundo Chen *et al.* (2018), a importância do conceito de energia em ciência é inegável, por sua relevância científica e acadêmica, suas aplicações sociais, ambientais e tecnológicas, ou a suas implicações para a decisão pessoal e coletiva.

Neste trabalho, nos ateremos à descrição e análise das entrevistas realizadas com os professores pelos pesquisadores. As entrevistas foram elaboradas de forma semiestruturada combinando perguntas abertas e fechadas, possibilitando o professor a discorrer sobre os temas.

Os professores foram convidados, pessoalmente, pelos pesquisadores, considerando seu interesse em adaptar e utilizar a referida sequência de ensino em suas aulas, sendo, um deles, supervisor do PIBID e, dois deles, preceptores do programa RP da Universidade Federal de Minas Gerais. Os três professores convidados possuíam características semelhantes quanto ao engajamento em novas práticas e disponibilidades para participar de reuniões. Para designar os professores participantes da pesquisa, usaremos nomes fictícios: Henrique, Bruno e Sofia. Todos são formados em licenciatura em Física pela UFMG, um deles concluído recentemente (Bruno), os outros dois, há mais de 10 anos. Além disso, Henrique fez parte, como professor regente, da equipe da sequência de ensino original, em 2017.

As entrevistas, gravadas e, posteriormente, transcritas para análise, foram realizadas para adequação e readequação da sequência aos planos de ensino e objetivos pedagógicos de cada professor. O tempo de fala foi respeitado e observado para evitar desconforto ou inibição dos entrevistados. Para a condução da entrevista, os professores fizeram uma leitura prévia de sequência e um texto em que os autores apresentam os princípios de *design* da sequência, seus objetivos, atividades que a compõem e, ainda, análise das atividades à luz das relações CTSA e do caráter investigativo que algumas delas pretendiam ter. A sequência de ensino juntamente com as análises, foram publicados em capítulo de livro por Lima, Aguiar e Silva (2018).

A proposta feita aos professores foi a de que avaliassem a referida sequência e a adequassem aos contextos escolares em que atuam para uma segunda rodada de validação. As perguntas realizadas foram classificadas como: 1. Relativas ao material publicado no livro. 2. Referentes às intenções de ensino para a reelaboração da sequência de ensino; 3. Sobre concepções de ensino e aprendizagem.

Resultados e análises

A leitura prévia feita por todos se mostrou muito importante, pois os professores tinham clareza do tema e dos assuntos que propusemos, possibilitando fluidez à entrevista. Os três professores destacaram a importância da temática energia solar fotovoltaica para o ensino de física. Segundo o professor Henrique, este assunto passa sem ênfase durante o ensino médio. A professora Sofia lamenta que, muitas vezes, o estudo de transformações de energia se restringem a tópicos envolvendo energia mecânica, uma vez que o conceito de energia não é retomado no currículo de física em outros contextos. Eles citaram a importância de abordar este tema em sala, como forma de ampliar os horizontes dos estudantes. Todas essas manifestações indicam um grau de reflexão dos professores sobre o conteúdo que lecionam e em resposta a dilemas conceituais na seleção e articulação entre tais conteúdo.

Além disso, de acordo com a professora Sofia, com esta sequência de ensino, os discentes “poderiam observar, de forma prática, por meio de experimentos, a transformação de energia acontecendo, por exemplo, a transformação de energia luminosa em energia elétrica”. A linguagem, aqui, é claramente empiricista, sugere energia como algo que pode ser visto ou sentido (AGUIAR et al, 2018).

Percebeu-se um grande interesse dos professores em introduzir temas atuais que podem despertar o interesse dos alunos, aspecto ligado aos dilemas pedagógicos. Notamos uma preocupação recorrente dos professores com abordagens de ensino que motivassem os estudantes. O professor Bruno fez ressalvas de que essa tecnologia não é ainda acessível às pessoas de baixa renda, por ter custos altos, o que poderia limitar o interesse de seus alunos. Neste caso, Bruno talvez não tenha percebido que algumas atividades da sequência poderiam ser utilizadas para examinar, criticamente, as políticas públicas para o setor. Neste caso, identificamos dilemas culturais relativos à importância atribuída à abordagem dos temas na formação dos estudantes.

Algumas restrições ao uso da sequência apontavam para dificuldades em lidar com uma abordagem temática de conteúdos de ciência & tecnologia, com poucas relações com a organização usual dos currículos, estritamente conceitual (Auler et al, 2009). Segundo Maldaner (2006) a organização de conteúdos por situações de estudo deve considerar aspectos tais como o contexto, a alta vivência da situação para professores e estudantes e a riqueza conceitual dos temas. As reflexões dos

professores sobre isso envolvem dilemas pedagógicos e sinalizam para dificuldades em articular temas, conteúdos conceituais e conteúdos CTSA no ensino da física.

Nas entrevistas, vemos que os professores se sentem mais à vontade para discutir as atividades didáticas propostas, por estarem mais ligadas aos saberes e práticas docentes. Quando perguntados sobre a atividade que poderia gerar o maior impacto nos estudantes, o professor Bruno aponta para a atividade composta por um painel solar fotovoltaico ligado a um controlador de carga e uma saída para carregar o celular. Para ele, isso se deve ao fato de não ser uma atividade costumeira, além de introduzir problemas que poderiam ser testados e examinados com a manipulação do artefato.

Sofia destaca a mesma atividade e justifica pelo fato de que os alunos podem tocar o artefato tecnológico, observando o que acontece e elaborando várias hipóteses de como acontece a transformação de luz em energia elétrica. Nesse caso, nos parece que a professora sugere um engajamento a partir do interesse dos estudantes pelo fenômeno. Entretanto, como vimos no restante da entrevista com a professora, o “como acontece” parece restrito ao aspecto observável do fenômeno e não aos modelos explicativos de como se dá a conversão de energia no equipamento.

Observamos que os docentes compartilham a ideia que artefatos tecnológicos podem auxiliar no engajamento dos estudantes durante as aulas pois eles permitem uma experimentação e problematização do fenômeno. Por outro lado, a professora Sofia sugere que a leitura exige uma abstração que muitos alunos não conseguem atingir. Além de abstratos, os textos seriam muito longos, dificultando seu uso.

Nesse contexto, podemos anotar a dificuldade dos professores em expressar a insatisfação dos alunos com leitura de textos, indicando uma preferência dos discentes por atividades práticas. No texto dos autores da sequência didática (LIMA, AGUIAR e SILVA, 2018), a utilização de leitura mediada foi proposta para condução das atividades que envolvessem leituras mais densas. A leitura mediada consiste em promover a leitura com os estudantes, conduzida pelo professor, fazendo pequenas pausas e propondo algumas perguntas que facilitam o entendimento. Há que se observar o interesse e curiosidade dos estudantes sobre o texto a ser lido, o tempo que se dispõe para tal e a habilidade do professor na condução deste tipo de atividade.

Sobre a atividade que deveria ter maior prioridade na sequência, o professor Henrique sugere focar em atividades que enfatizam física moderna, destacando a importância da atividade denominada *Led: uma opção para a geração fotovoltaica*. Para ele, é muito importante enfatizar a pergunta: o que é energia solar fotovoltaica? sendo imprescindível explicitar o objetivo da sequência de ensino bem no início do trabalho. Notamos que esta atividade também contém uma proposta prática acompanhada por modelo explicativo de dopagem de semicondutores e do comportamento desses materiais quando percorridos por corrente elétrica ou quando expostos à luz solar. Voltamos aqui aos dilemas conceituais. Neste caso, a fala do professor Henrique é respaldada por pesquisas que indicam a necessidade de introduzir tópicos de física moderna no currículo de física.

Sobre os recursos usados na sequência de ensino, o professor Bruno acredita que seria interessante colocar recursos para tornar algumas atividades mais investigativas, sugerindo comprar mais painéis fotovoltaicos para que os estudantes pudessem trabalhar em grupos. Para o professor Henrique, seria interessante

procurar vídeos mais atuais. Ressaltou, também, que as simulações do Phet¹ devem ser usadas para elucidar as atividades com os estudantes e dar uma ênfase na atividade em que eles são levados a estimar dimensões e custos de um projeto de energia fotovoltaica para sua casa ou escola.

Os professores responderam à pergunta: o que, a seu ver, falta e o que “sobra” nesta sequência de ensino? Partiram dos seus respectivos contextos de trabalho e no que acreditam que deve ser ensinado aos estudantes. Para o professor Bruno, falta explorar um pouco melhor a dimensão de ciência, como, por exemplo, na aula de LED, explorar conceitos de física moderna e física quântica. Para o professor Henrique, não falta nada. Segundo ele, a sequência de ensino proposta está completa e muito bem elaborada, contudo, entende que é preciso pensar em uma sequência de ensino composta por um número menor de aulas, cinco, por exemplo, pois algumas coisas estão “além” e precisam ser sintetizadas, reduzidas ou escolhidas. Já para a professora Sofia, levando em consideração o contexto que ela pretende trabalhar, turmas de primeiro ano do ensino médio, sobra conteúdo, principalmente, no que tange aos semicondutores. Para ela, seria suficiente exemplificar transformações de energia (luminosa em elétrica, como nos geradores fotovoltaicos, ou elétrica em luminosa, como no funcionamento de um LED).

A análise dessas três respostas nos apresenta situações diferentes, conforme o contexto escolar e sequência de ensino do professor. Enquanto dois professores pretendem abordar mais conteúdos de física moderna, o outro propõe redução do mesmo conteúdo, indicando a necessidade de que as sequências de ensino sejam estruturas adaptáveis e não estruturas fechadas. Percebemos que é importante assegurar a coesão das atividades, sem que elas sejam interdependentes, de forma que os professores possam adaptá-las conforme os contextos e propósitos de ensino.

Sobre as perspectivas de ensino, a sequência de ensino formulada pelos autores foi pautada em atividades com caráter investigativo e abordagem CTSA. Na entrevista com os docentes, foram feitas perguntas sobre vantagens e desvantagens, problemas e dificuldades em desenvolver atividades com tais abordagens e quais experiências os docentes possuíam com cada uma delas no ensino de física.

O professor Bruno faz uma relação entre a abordagem tradicional e a concepção CTS. Para ele, a abordagem tradicional pode virar uma receita de bolo, entretanto, a abordagem CTS pode despertar um certo engajamento nos alunos, pois não se trata de um conhecimento imposto aos estudantes, e sim uma abordagem explícita da ciência presente na sociedade. Segundo ele, a dificuldade está nos alunos conservadores que acreditam que só aprendem com aulas tradicionais. Por sua vez, a vantagem das atividades investigativas no ensino de física, apontada pelo professor Bruno, é a possibilidade de oportunizar aos estudantes o desenvolvimento da autonomia, propondo a elaboração de hipóteses, busca por interpretações e desafios.

O professor Henrique, responde essas perguntas de forma semelhante. Acredita que existe uma vantagem no uso de abordagem CTSA em sala, pois o mundo é tecnológico e deve-se situar os alunos na tecnologia, colocando os conceitos e pautando as aulas nesses pontos. No que tange às dificuldades, é muito difícil, segundo o professor, avaliar o que os alunos estão aprendendo a partir das sequências. O professor relatou que teve, durante a sua graduação, disciplinas que envolviam essas dimensões e que trabalha, frequentemente, com essas abordagens

¹ Projeto da Universidade do Colorado, EUA, disponíveis na internet e de largo uso didático no Brasil.

no acompanhamento dos alunos da residência pedagógica. Apesar disso, continua com dificuldade na identificação da apropriação do conhecimento por parte dos estudantes. Entendemos que tal observação reflete um dilema pedagógico: afinal, o que os alunos aprendem com as novas metodologias de ensino?

A professora Sofia aponta como principal dificuldade a carga horária restrita, considerando que seria necessário dosar entre conteúdo de física, aplicação da sequência de ensino e relações entre o conteúdo conceitual e os contextos. Para a docente, contextualizar e problematizar proporciona aos alunos um interesse em observar mais a vida e como as coisas funcionam. Para Sofia, essa abordagem permite que os alunos desbravem o horizonte, despertando o interesse, abrindo um leque de possibilidades. A professora relata que sua experiência com essa abordagem é recente e se deu a partir de uma proposta de atividade na qual ela solicitou aos alunos que levassem para sala de aula um experimento que comprovasse as transformações de energia. Os alunos do primeiro ano do ensino médio demonstraram grande interesse em realizar a tarefa e fizeram um motor elétrico sozinhos, apenas como consultas à internet e sem grandes intervenções da docente. Mais uma vez, a professora parece dar grande importância a aspectos práticos e empíricos da física, talvez descuidando de conceitos e modelos explicativos para tais fenômenos.

Perguntamos aos professores: “Para organizar o trabalho em sua escola, quais desses blocos de conteúdo lhe parecem mais adequados ou relevantes? Optaria por um deles ou por uma alternância de dois ou mais deles? Quais seriam eles?”. Para uma possível reorganização do material, feita entre atividades com foco em três blocos, envolvendo: 1. Questões sociocientíficas; 2. Usos e compreensão do artefato tecnológico em contextos; 3. Princípios e modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica. O professor Bruno, sugere trabalhar com princípios que abrangem modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica e aproveitar os LEDs e simulações. O professor Henrique acredita que deveríamos fazer ainda mais uma intercessão entre os conteúdos científicos e o artefato tecnológico que perpassam essa transformação entre energia luminosa e elétrica. Já a professora Sofia acredita que a sequência de ensino para o seu contexto deve ser pautada pelo uso e compreensão do artefato tecnológico enfatizando conversões de energia em uma célula fotovoltaica.

Conclusões

Através do trabalho realizado foi possível observar que todos os professores acreditam ser importante ensinar sobre energia solar fotovoltaica no Ensino Médio. Alguns ressaltaram que este tópico costuma ser abordado superficialmente ou simplesmente ignorado no currículo. Contudo, nos dias atuais, quando o mundo precisa de novas formas de energia, limpa e sustentável, os docentes ressaltam que é preciso estudar e pesquisar sobre outras fontes de energia.

Os professores consideram que um fator relevante para tal é o tempo, pois a carga horária da disciplina é reduzida na maioria das escolas. Um outro aspecto refere-se ao conteúdo conceitual, para alguns docentes, não é relevante tratar de semicondutores, para outro esta abordagem é imprescindível.

Para uma próxima fase da pesquisa, pretendemos examinar e acompanhar o uso dessas sequências por esses professores, de modo a verificar as tomadas de decisão e modos de ação de professores com inovações didáticas em salas de aula. Entendemos que a validação dessas sequências passa por sua adequação pelos

professores e que estes devem se assumir como autores de suas aulas e não mero aplicadores de propostas didáticas. Um material inovador é válido quando os professores o reconhecem como tal e conseguem implementá-lo nos contextos escolares. Um desafio, como aponta o professor Henrique, é identificar o que os estudantes aprendem com tais abordagens.

Referências

- AGUIAR, O.Jr. (org.) **Sequências de Ensino de Física Orientadas pela Pesquisa: Experiências do PIBID e ProMestre/UFMG**. Belo Horizonte: Fapemig, 2018.
- AGUIAR, O. Jr; SEVIAN, H; EL-HANI, C.N; **Teaching about Energy: Application of the Conceptual Profile Theory to Overcome the Encapsulation of School Science Knowledge**. 2018.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Ministério da Educação (MEC). Brasília: 2018.
- FIRME, R.N.; AMARAL, E.M.R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.
- LIMA, C.E.; AGUIAR JR, O. & SILVA, J.C. Energia solar fotovoltaica: relato reflexivo de uma sequência de ensino com abordagem CTSA. IN: Orlando Aguiar Jr (org.) **Sequências de Ensino de Física Orientadas pela Pesquisa: Experiências do PIBID e ProMestre/UFMG**, Capítulo 4, p. 135-209 (inclui sequência de ensino, material para estudantes, p. 166-209). Belo Horizonte: Fapemig, 2018.
- LIMA, C. E. **A energia fotovoltaica num contexto CTSA: uma sequência de ensino sobre as transformações de energia solar em elétrica**. (Dissertação, Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência), Faculdade de Educação da UFMG, 2018.
- MALDANER, Otavio A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, vol.22/2, p. 289-292, 1999.
- MALDANER, Otávio A. **A formação inicial e continuada de professores de química: Professores/pesquisadores**. Editora Unijuí, 3ª edição, 2006.
- NEXT GENERATION SCIENCE STANDARDS LEAD STATES. **Next generation science standards: For states, by states**, 2013.
- PLOMP, T. et al. **An Introduction to Educational Design Research**. Shanghai (PR China): SLO Netherlands institute for curriculum development, 2007.
- SILVA E.L. MARCONDES E.R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência e Educação**, v21/1, 2015.
- SOUZA, F.; PEDROSA, E. O enfoque CTS e a pesquisa colaborativa na formação de professores em ciências. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 4, n. 7, 2017.
- WINDSCHITL, M. (2002). Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers. **Review of Educational Research**, 72(2), 131-175, 2002.

APRENDIZAGEM DE PRINCÍPIOS E PROCESSOS AUSUBELIANOS

LEARNING OF AUSUBELIAN PRINCIPLES AND PROCESSES

Eduardo Araujo Mello Júnior¹, Nádia Cristina Guimarães Errobidart², Lisiane Barcellos Calheiro³

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física/Discente do Curso de Física Licenciatura, edu27jr@gmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física/Docente do Curso de Física Licenciatura e Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, nacriguer@gmail.com

³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física/Docente do Curso de Física Licenciatura, liscalheiro@gmail.com

Resumo

O trabalho apresenta uma reflexão sobre o emprego de princípios e processos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) na construção de planos de aula detalhado. Eles solicitam a expressão do pensamento em palavras, como meio de representar um estudo ativo, capaz de contribuir para o desenvolvimento da capacidade cognoscitiva de futuros professores de Física. Foram elaborados por acadêmicos matriculados na disciplina de Prática de Ensino de Física II, no primeiro semestre de 2019, como atividade diferenciada capaz de obter indícios para avaliar a aprendizagem significativa da teoria. Os resultados sugerem que não ocorreu aprendizagem significativa de todos os princípios e processos da TAS. Os acadêmicos não apresentaram uma sugestão de como identificar conhecimentos prévios para promover a ancoragem de novos conhecimentos e não foi evidenciado na construção do plano se eles compreenderam a necessidade de diferenciar os conceitos apresentados aos alunos. Quanto a aula expositiva, a maioria dos acadêmicos não buscou incentivar a participação ativa dos alunos, realizando questionamentos ou solicitando feedback para favorecer mobilização de conceitos.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, plano de aula detalhado, relação teoria e prática

Abstract

The work presents a reflection on the use of principles and processes of the Theory of Meaningful Learning (TAS) in the construction of detailed lesson plans. They request the expression of thought in words, as a means of representing an active study, capable of contributing to the development of the cognitive capacity of future physics teachers. They were developed by academics enrolled in the Physics Teaching Practice II discipline, in the first semester of 2019, as a differentiated activity capable of obtaining clues to assess the significant learning of the theory. The results suggest that there was no significant learning of all the principles and processes of TAS. The academics did not present a suggestion on how to identify previous knowledge to promote the anchoring of new knowledge and it was not evident in the construction of the plan if they understood the need to differentiate the concepts presented to the students. As for the lecture, most students did not seek to encourage the active

participation of students, asking questions or requesting feedback to favor the mobilization of concepts.

Keywords: Meaningful learning, detailed lesson plan, theory and practice relationship.

Introdução

O interesse pela investigação relatada neste trabalho reflete a preocupação pontuada por Nascimento (2016) de que a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é amplamente empregada no contexto das pesquisas em ensino de Física, no Curso de Mestrado, modalidade profissional da Instituição de Ensino Superior, mas que muitas vezes esses trabalhos não consideram os princípios e processos que caracterizam a teoria. Buscamos avaliar a aprendizagem significativa de acadêmicos do curso de Física Licenciatura relacionada aos princípios e processos da teoria após sua abordagem na disciplina de Prática de Ensino de Física II, organizada a partir da diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e os princípios da organização sequencial e consolidação.

Essa disciplina explicita uma relação direta com a Didática, metodologias específicas da Física e o Estágio e todas elas exploram conteúdos de ensino e conhecimentos específicos necessários para o exercício da profissão docente. Alguns desses, sejam eles conhecimentos sistematizados, habilidades e hábitos, atitudes e convicções, pautados em aspectos teóricos ou práticos, são importantes na construção da profissionalidade de qualquer docente e não apenas dos futuros professores de Física. Nela, reforça-se o entendimento de que uma atividade de ensino é concebida como um processo dinâmico, coordenado pelo professor, no decorrer da situação didática vivenciada dentro de sala de aula. Assim como qualquer atividade humana, requer um planejamento prévio que promova a estruturação de momentos de desenvolvimento.

O plano de aula é explorado, com os acadêmicos, como uma ferramenta que materializa uma reflexão prévia da atividade de ensino e das matérias escolares. A discussão realizada com eles sinaliza que sua construção deve evidenciar “[...] objetivos, conteúdos, métodos e formas de organização do ensino, tendo em vista a assimilação ativa, por parte dos alunos, de conhecimentos, habilidades e hábitos e o desenvolvimento de suas capacidades cognoscitivas” (LIBÂNEO, 2017, p. 114).

Especificamente neste trabalho, buscamos analisar como o conteúdo de ensino referente a Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS (AUSUBEL, 2003) é utilizado por 11 acadêmicos matriculados na disciplina de Prática de Ensino de Física II, como método de ensino na construção de planos de aula, abordando o processo de convecção de energia na atmosfera e a formação de chuvas e ocorrência de descargas elétricas.

No início da disciplina, os acadêmicos realizaram leituras e discussões sobre a TAS, explorando com mais profundidade os princípios programáticos da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa, a função dos organizadores prévios e a importância dos princípios da organização sequencial e da consolidação. Além destes elementos facilitadores da aprendizagem significativa, também discutiu-se a importância do adequado emprego da linguagem (AUSUBEL, 2003). A solicitação

do plano de aula formalizou a nova situação de ensino que o autor pontua como elemento para analisar a ocorrência de aprendizagem significativa e foi utilizado como instrumento que possibilitou coletar informações para avaliar se temos indícios de aprendizagem da TAS. Nos resultados, apresentamos algumas transcrições explicitando os conhecimentos abordados nos planos produzidos pelos acadêmicos, indicados por AC01 até AC11. A análise levou em consideração os princípios e processos da TAS, descritos no tópico seguinte.

Orientações teórico-metodológicas

Teoria da Aprendizagem Significativa

Ao discorrer sobre a TAS, Ausubel (2003) pontua que emprega propositalmente a repetição multicontextual das principais ideias relacionadas a TAS. Explica que a redundância do texto reflete sua convicção, pautada em resultados de pesquisas sobre formação de conceitos, de que a discussão de uma ideia, em diferentes contextos, nos quais é relevante, promove o fortalecimento dela na estrutura cognitiva. Ela é um mecanismo pedagógico e psicológico utilizado em diferentes etapas do desenvolvimento humano associado à formação de conceitos e que pode ser empregado por professores no decorrer da comunicação verbal, que estrutura a aula expositiva (AUSUBEL, 2003, p. IX).

O autor apresenta uma defesa da aprendizagem por recepção em comparação com a mecânica, descartando a possibilidade de aprendizagem significativa por descoberta, defendida na obra de 1963. Ele discorre sobre aspectos gerais que favorecem a ocorrência da aprendizagem significativa, “[...] categorias e processos subjacentes à aprendizagem e retenção significativas”, diferenciando-a do processo que ocorre por memorização “[...] e como interação com a estrutura cognitiva, a prática e as variáveis de motivação, desenvolvimento e prontidão” (AUSUBEL, 2003, p.XV).

A estrutura cognitiva é considerada por Ausubel (2003) como um conjunto conhecimentos prévios relevantes, que, quando representam “conceitos como objectos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo”, são chamados de subsunçores (AUSUBEL, 2003, p. 2).

Se o professor verifica a ausência desses conhecimentos prévios relevantes, no caso conceitos subsunçores que permitam a atribuição de novos significados aos novos conhecimentos, ele precisa empregar um organizador prévio. O autor pontua que esse recurso instrucional, que será empregado para manipular a estrutura cognitiva do aluno, precisa apresentar um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, em comparação ao novo conhecimento, que lhe será apresentado.

Um organizador prévio, seja ele uma questão problema, uma leitura ou qualquer outro tipo de atividade ou ferramenta de ensino, será considerado como expositivo, se o conhecimento for totalmente novo e sem possibilidades de ancoragem em um subsunçor, que o aluno já tenha na sua estrutura cognitiva. No caso de existir algo semelhante em outra área de conhecimento, o autor recomenda o uso de um organizador prévio comparativo.

Se o professor identifica a presença de conhecimentos relevantes na estrutura cognitiva dos alunos, ele inicia um processo para inter-relacionar e organizar

hierarquicamente esses conceitos subsunçores, por meio do emprego dos processos dinâmicos que favorecem a aprendizagem significativa por recepção verbal. Esses processos contribuem para que ela não seja uma atividade de ensino “[...] memorizada e passiva (tal como frequentemente na prática educacional corrente)”. É possível uma participação ativa dos alunos numa aula expositiva, “[...] desde que se utilizem métodos de ensino expositivos baseados na natureza, condições e considerações de desenvolvimento que caracterizam a aprendizagem por recepção significativa” (AUSUBEL, 2003, p.5).

A natureza e as condições da aprendizagem por recepção significativa activa também exigem um tipo de ensino expositivo que reconheça os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora de materiais de instrução e que também caracterize a aprendizagem, a retenção e a organização do conteúdo das matérias na estrutura cognitiva do aprendiz. O primeiro princípio reconhece que a maioria da aprendizagem e toda a retenção e organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão. A reconciliação integradora tem a tarefa facilitada no ensino expositivo, se o professor e/ou os materiais de instrução anteciparem e contra atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas na estrutura cognitiva dos aprendizes. (AUSUBEL, 2003, p.6)

Eles são, segundo o autor, processos que ocorrem simultaneamente e necessários à construção e ampliação da estrutura cognitiva. A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e fica evidenciada na construção do plano de aula, na organização hierárquica de cima para baixo em termos de abstração e generalidade. A reconciliação integrativa relaciona-se com a aprendizagem significativa superordenada, que ocorre com menos frequência e sinaliza uma ação de atribuição de novos significados, a um dado subsunçor. Evidenciamos esse processo na sucessiva utilização de um subsunçor para dar significado a novos conhecimentos, sendo que cada vez ele vai ficando mais rico e refinado.

Como eles são empregados para organizar um ensino expositivo, Ausubel destaca o papel desempenhado pela linguagem no processo de aprendizagem significativa por recepção, pois ela aumenta “[...] a manipulação de conceitos e proposições, através das propriedades representacionais das palavras” (AUSUBEL, 2003, p. 5). Não possui um papel meramente comunicativo, pois desempenha um papel operacional e integrativo do raciocínio, contribuindo para aperfeiçoar compreensões subverbais, esclarecendo significados.

O autor destaca que, como a aprendizagem significativa por recepção exige do aluno apenas uma atividade cognitiva, pois para integrar um conhecimento novo a um preexistente o aluno não precisa explicitar aos colegas como está fazendo isso, o professor precisa dominar técnicas pedagógicas que promovam o processo.

Os professores podem ajudar a alimentar o objectivo relacionado de pensamento crítico em relação ao conteúdo das matérias, através do encorajamento dos estudantes a reconhecerem e desafiarem os pressupostos subjacentes às novas proposições e a distinguirem entre factos e hipóteses e entre inferências legítimas e ilegítimas. Também pode fazer bom uso do questionamento socrático na exposição da pseudocompreensão, na transmissão de significados precisos, na reconciliação de contradições e no encorajamento de uma atitude crítica em relação ao conhecimento (AUSUBEL, 2003, p. 56).

Nesse caso, cabe ao professor, questionar o aluno sobre como está realizando sua atividade cognitiva: se possui o conhecimento relevante necessário para a ancoragem da nova ideia, se compreendeu a exposição verbal do professor, como interagiu com a nova ideia, tornando explícito com palavras seu pensamento.

Indícios do emprego adequado da TAS

Para avaliar a aprendizagem significativa da própria teoria, solicitamos aos acadêmicos do curso de Física Licenciatura que realizassem uma tarefa que representa “[...] uma passagem de aprendizagem nova e sequencialmente dependente, que não pode, de forma alguma, ser dominada se não houver uma compreensão genuína da tarefa de aprendizagem anterior” (AUSUBEL, 2003, p.130). No caso, a elaboração um plano de aula detalhado expressando o pensamento em palavras, o qual representaria um meio de representar um estudo ativo, que contribuiria para o desenvolvimento da capacidade cognoscitiva de futuros professores de Física em relação à TAS.

Nesse material buscamos evidenciar a organização das atividades de ensino apresentadas pelos acadêmicos. Inicialmente ela deveria, segundo Ausubel (2003), indicar atividades para identificar, na estrutura cognitiva dos alunos, conhecimentos prévios para, com base nesse resultado, empregar princípios e processos programáticos que facilitam a aprendizagem significativa, atentando-se ao emprego da linguagem.

Outro aspecto analisado foi como eles realizaram a organização e exposição sequencial das matérias. Se ela está em conformidade com o princípio da diferenciação progressiva, aspecto que fica explícito quando “[...] a disposição do próprio material de aprendizagem, em cada tópico ou subtópico, quer a sequência dos vários subtópicos e tópicos, num determinado curso, também estejam, no geral, em conformidade com o mesmo princípio” (AUSUBEL, 2003, p.166).

A organização da sequência discursiva elaborada pelo professor atende a diferenciação progressiva se apresenta um conjunto de conceitos subsunçores explicativos que são relevantes para a ancoragem das novas ideias em um nível de inclusão adequado. Essa preocupação não é evidenciada na programação das matérias na maioria dos materiais didáticos, pois não evidenciamos uma série hierarquizada de organizadores prévios, “[...] precedendo cada um deles a unidade correspondente de material pormenorizado e diferenciado, e fazendo-se a sequência do material em cada unidade, por ordem descendente de inclusão” (AUSUBEL, 2003, p. 167).

Concordamos com a afirmação do autor que o princípio da reconciliação integradora não é utilizado na textualização da maioria dos materiais didáticos. Na sequência discursiva deles evidenciamos a “compartimentação e segregação de ideias ou tópicos particulares”, pressupondo-se que os estudantes conseguem relacionar os conhecimentos apresentados em cada capítulo. Apoiamos sua sugestão de que essas relações sejam apresentadas de forma explícita, explorando no texto da sequência discursiva, as relações entre as ideias, indicando as semelhanças e diferenças, combinando-as e integrando-as (AUSUBEL, 2003, p.169).

Além da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa e dos organizadores prévios, Ausubel (2003) recomendava também o uso dos princípios da organização sequencial e da consolidação para facilitar a aprendizagem significativa.

O primeiro princípio segue a lógica que se inicia a organização da matéria com a apresentação de uma ideia que servirá de base para a ancoragem da ideia subsequente. Esses passos iniciais ou precedentes precisam ser “sempre claros, estáveis e bem organizados. Assim nunca se deve introduzir novo material na sequência até se dominarem todos os passos anteriores”. O segundo, “[...] como é óbvio, alcança-se através da confirmação, correção e clarificação, no decurso do retorno (feedback), e através da prática diferencial e da revisão, no decurso da exposição repetida, com retorno ao material de aprendizagem” (AUSUBEL, 2003, p. 172).

Resultados e análise

A análise dos 11 planos indicou a necessidade de levantar as concepções prévias dos alunos para realizar o planejamento das demais aulas, apresentadas como reflexão prévia da atividade de ensino, sobre o conhecimento sistematizado (convecção de energia na atmosfera, chuvas e descargas elétricas). Também não utilizaram um mapa conceitual para indicar como concebiam a diferenciação progressiva dos conceitos que foram apresentados no plano, apesar de na atividade de ensino realizada com eles terem construídos esses dois recursos: um questionário para levantar conhecimentos prévios e um mapa conceitual.

Todos os planos apresentaram a abordagem dos conhecimentos pautada no ensino expositivo e aprendizagem por recepção verbal, mas a maioria dos acadêmicos não busca, no decorrer da exposição de conteúdo, lançar questões que estimulem a participação ativa dos estudantes. Essa participação ativa pode ocorrer pela indicação de possíveis conhecimentos prévios ou solicitação de comunicação verbal de como estão compreendendo as ideias apresentadas pelo professor.

Podemos perceber essa preocupação na transcrição do plano elaborado por AC06, que, ao lançar questões durante a exposição verbal das ideias, estimula a participação dos alunos. Essa participação ativa é cognitiva, refletindo o pensamento sobre suas possíveis respostas ou ao avaliarem a clarificação apresentada pelo professor.

Como vimos nas aulas passadas que você, aluno, faltou, nosso planeta é rochoso, como a Terra que pisamos, o chão. Em volta de nós existe o ar, correto? Você acha que esse ar vai até onde? Esse ar que nos rodeia chama-se atmosfera. Eu tenho certeza que vocês já escutaram esse termo. A atmosfera é composta de gases e possui várias substâncias [...] além disso, vocês já devem ter visto em jornais e revistas, ou com familiares que o tempo está seco. Que nós ao respirarmos sentimos o efeito da umidade e falta dela no ar. Logo existe água no ar. Na atmosfera temos água no estado gasoso, igual ao vapor que escapa de um copo de chá quente, por exemplo, entretanto a água no ar está em baixa quantidade, por isso não conseguimos ver.

Entretanto, a maioria dos acadêmicos não se preocupou em incentivar a participação dos alunos, no decorrer da aula expositiva, solicitando deles feedback, confirmação, correção ou clarificação das ideias no decorrer da aula. Evidenciamos fortemente o emprego da comunicação verbal centrada na fala do professor como previsto na aula expositiva tradicional, como visualizado na transcrição de AC05.

Como vimos na aula anterior, a energia que entra na atmosfera, é a energia eletromagnética e quando ela chega na superfície, após absorção de parte dela pelo solo outra parte a Terra emite de volta para a atmosfera. A Terra converte em energia térmica (aquela relacionada com o calor) a energia

*eletromagnética proveniente do Sol. Vale ressaltar que o Sol é o principal responsável, mas não o único que contribui para que ocorra a evapotranspiração. Há outros elementos meteorológicos que interferem nesse processo, como a temperatura do ar, o vento e a pressão de vapor que é a pressão exercida por um gás (no nosso caso o vapor da água) quando ele está em equilíbrio termodinâmico com a água no estado líquido que o originou. Essa é uma propriedade que depende das forças que agem entre as moléculas de dada substância. Para vocês entenderem melhor sobre o que é a pressão de vapor, imaginem um recipiente com água, naturalmente haverá a evaporação dessa água, agora pensem que esse recipiente esteja fechado, então, nessa situação, haverá moléculas de água sofrendo processo de evaporação e o processo de condensação (passagem da água do estado gasoso para o estado líquido). Quando isso acontece, é iniciado um equilíbrio entre o processo de evaporação e o de condensação e quando esse equilíbrio é alcançado temos a pressão de vapor da água naquela dada temperatura. Portanto a pressão de vapor está ligada com a taxa de evaporação de um líquido, bem como a facilidade para ocorrer esse processo. Já o vento. O vento porque ele consegue dispersar as moléculas de água, acelerando o processo. **Vocês já perceberam que quando a sua mão está molhada e você balança elas secam mais rápido?***

Apesar de AC05 buscar no final da sua exposição teórica a participação do aluno ele a faz a partir de uma nova ideia relacionada a conhecimentos prévios adquiridos no cotidiano: secar a mão balançando ao vento. Essa constatação sinaliza a necessidade de enriquecer a ideia de aula expositiva dialógica, que solicita a participação ativa dos alunos no decorrer da exposição verbal, explorando similaridades e diferenças dela com uma aula centrada no professor. Ainda analisando a transcrição de parte do plano de AC05, identificamos indícios de consolidação quando o acadêmico busca resumir os conceitos e ideias explorados na aula anterior, recordando com os alunos que “[...] na aula anterior, a energia que entra na atmosfera, é a energia eletromagnética e quando ela chega na superfície, após absorção de parte dela, pelo solo outra parte a Terra emite de volta para a atmosfera”. Outro aspecto que destacamos nessa citação sugere uma reconciliação integradora ao mencionar que há outros elementos que interferem no processo, apresentando elementos que enriquecem conceito de atmosfera.

Todos construíram um plano para a primeira aula explorando conceitos que sugerem preocupação com conhecimentos relevantes para discutir os conhecimentos sistematizados. A maioria discute a composição da atmosfera, a distribuição dos elementos nas camadas, o Sol como fonte de energia, o conceito de temperatura e pressão atmosférica e sua relação com o ar distribuído nas camadas, como podemos observar no recorte do plano elaborado por AC05, transcrito abaixo.

*É importante vocês salientarem essas dúvidas e questionarem o que está sendo apresentado a fim de ter uma melhor compreensão sobre os conceitos. A variação de tamanho (espessura) dessa camada varia de uma região de outra, por conta da diferença de temperatura, **que como vimos, é o critério que utilizamos para a classificação da atmosfera em camada.** Essa diferença de temperatura se deve, basicamente por conta das massas de ar e da incidência da radiação solar, a incidência dos raios solares em uma determinada região e outras características do meio. **Como vocês sabem,** a Terra tem um formato próximo a uma esfera e ela tem uma certa inclinação que influencia na variação de temperatura das regiões dos polos para as regiões tropicais.*

Na citação evidenciam falando os indícios de consolidação quando o acadêmico chama atenção dos alunos sobre o fato de já terem estudado o conceito.

Algumas considerações

No decurso da escrita deste trabalho, caracterizamos alguns conceitos importantes da TAS, os quais devem ser considerados na construção de uma aula ausubeliana. Porém, ao analisar os planos de aula dos 11 licenciandos, não foi possível encontrar evidências claras da utilização de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, principalmente e ainda que as aulas expositivas apresentam poucas relações com os conceitos de Física, como demonstrado nos fragmentos.

Um aspecto que é essencial para que ocorra a aprendizagem significativa é identificar os conhecimentos prévios que o estudante traz para sala de aula, facilitando o processo de ensino e aprendizagem. Porém, em nenhum dos planos observou-se a preocupação dos acadêmicos em investigar a existência subsunçores. Verifica-se nesses planos uma inclinação dos licenciandos por trabalhar os conteúdos de forma mecânica. Numa aprendizagem mecânica há uma assimilação literal das informações, e o conhecimento é armazenado de maneira arbitrária, o que ocorre na maioria das avaliações no ensino. Ou seja, o aluno decora conteúdos para a prova e a responde literalmente, sem que haja uma relação com outros conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva, e que logo após são descartados.

Outro fator relevante na TAS, e que não foi observado nos planos de aula elaborados, refere-se ao material ser potencialmente significativo para o aprendiz, de forma que possa se relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal com sua estrutura de conhecimento. Em nenhum dos planos foram mencionadas estratégias didáticas diferenciadas, todos os licenciandos elaboraram suas aulas de forma expositiva no quadro negro, o que contribui para uma aprendizagem mecânica. Também não evidenciamos os processos de reconciliação integradora e consolidação dos conceitos de convecção de energia na atmosfera, chuvas e descargas elétricas que deveriam ser abordados na construção das aulas. Neste sentido, entendemos que os acadêmicos não conseguiram materializar os conceitos fundamentais da TAS nos planos de aula elaborados.

Diante desses resultados, fica explícito a necessidade de trabalhar referenciais pedagógicos durante a construção de conhecimentos e a importância de momentos de reflexão sobre as experiências vivenciadas e trabalhadas nas disciplinas pedagógicas.

Referências

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003. Disponível em: <<http://files.mestrado-em-ensino-de-ciencias.webnode.com/200000007-610f46208a/ausebel.pdf>>.

Acesso:26.05.2020

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2017.

NASCIMENTO, M. M. Análise de produtos educacionais desenvolvidos no âmbito de um Mestrado Profissional em Ensino de Física. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Porto Alegre, 2016.

Agradecimento

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS

PERFIL E IMPACTO DO CURSO DE FÍSICA-LICENCIATURA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – CAMPUS AGRESTE (UFPE-CA) EM SEUS 10 ANOS DE EXISTÊNCIA

PROFILE AND IMPACT OF THE PHYSICS-DEGREE COURSE AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF PERNAMBUCO - CAMPUS AGRESTE (UFPE-CA) IN ITS 10 YEARS OF EXISTENCE

João Eduardo Fernandes Ramos¹, Katia Calligaris Rodrigues², Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho³

¹Universidade Federal de Pernambuco/ Centro Acadêmico do Agreste/ NFD, joaoeframos@gmail.com

²Universidade Federal de Pernambuco/ Centro Acadêmico do Agreste/ NFD, kalligaris@gmail.com

³Universidade Federal de Pernambuco/ Centro Acadêmico do Agreste/ NFD, tassiana.fgcarvalho@gmail.com

Resumo

O curso de Física-Licenciatura do Campus Agreste (CA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) teve início no ano de 2009, como parte do processo de interiorização das IES. Após dez anos de curso, quantos licenciados já foram formados? Quais foram as principais dificuldades em relação ao curso? O que os alunos formados têm feito? Essas entre outras questões que desejamos investigar, a fim de buscar mapear o impacto de uma licenciatura em física na região. O levantamento de dados foi realizado a partir de três instrumentos: o sistema SIGA, onde obtivemos o número de ingressantes e egressos, dados fornecidos pela Pró-reitora de Assuntos Acadêmicos da UFPE, relativos à retenção no curso, e também um questionário, destinado aos alunos egressos, formandos e quase-formandos. Foi possível observar resultados quanto perfil dos estudantes do curso, o número de formandos e a atuação deles como professores na região. Quanto aos formandos, observamos um número baixo em relação ao esperado nestes dez anos. Em relação a evasão, o curso ainda apresenta um alto índice de evadidos. E, buscando indicativos para o impacto do curso na região, pudemos observar que o curso está permitindo a inserção de docentes de física na educação básica, ou seja, está contribuindo para a presença deste profissional que é tão escasso nas escolas.

Palavras-chave: Formação de professores; Ensino Superior; Evasão

Abstract

The Physics-Teacher Education Program of the Campus Agreste (CA) of the Federal University of Pernambuco (UFPE) began in 2009, as part of the process of interiorization of Institutions of Higher Education. After ten years of training, how many graduates have already been trained? What were the student's main difficulties in relation to the program? What have graduated students being doing? These among other issues that we wish to investigate, in order to seek to map the impact of a degree in physics in the region. The data collection was carried out from three instruments: the SIGA system, where we obtained the number of first-rate and graduates, we also utilized data provided by the Dean of Academic Affairs of UFPE,

related to retention in the course and also made a questionnaire, using the Google Forms platform for students who are graduates, trainees and quasi-trainees. It was possible to observe results regarding the profile of the students of the course, the number of graduates and their performance as teachers in the region. As for trainees, we observed a low number compared to what has been expected in these ten years. Regarding dropout, the course still has a high dropout rate. And, looking for indications for the impact of the course in the region, we could observe that the course is allowing the insertion of physics teachers in basic education, that is, it is contributing to the presence of this professional who is so scarce in schools.

Keywords: Teacher training; University education; Dropout.

Introdução

É no contexto da necessidade de formar professores de física com qualidade que inserimos o nosso curso. O curso de Física-Licenciatura do Campus Agreste (CA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) teve início no ano de 2009, como parte do processo de interiorização das IES, para atender a uma demanda por docentes formados em física que pudessem atuar na educação básica no agreste do estado pernambucano e em estados vizinhos. O curso faz parte do Núcleo de Formação Docente (NFD), juntamente com as licenciaturas de Matemática, Pedagogia, Química e Intercultural Indígena. A concepção nuclear do NFD permite que os docentes envolvidos estejam alocados em um mesmo espaço acadêmico-administrativo, viabilizando o desenvolvimento de ações curriculares que articulem, na formação docente, o diálogo entre teoria e prática, que, via de regra, não acontece na maioria das licenciaturas do país, principalmente nas de física.

Desde sua origem, no entanto, não foi realizado um estudo para investigar o impacto da presença do curso na região. Após dez anos, quantos licenciados já foram formados? Quais foram as principais dificuldades em relação ao curso? O que os alunos formados têm feito? Entre outras questões, essas são as que desejamos investigar, a fim de buscar mapear o impacto de uma licenciatura em física na região. É importante que se diga que, embora já exista um curso de licenciatura em física em Recife, na capital do estado pernambucano, a demanda ainda não era suprida no interior do estado. Também pretendemos estudar como está o desempenho dos alunos ao longo do curso e tentar buscar caminhos e ações visando mudar o cenário da retenção, por exemplo. São preocupações que também aparecem em outros cursos de graduação como pode ser visto no estudo de Arruda e Ueno (2003).

Metodologia

Para o presente trabalho estamos interessados em compreender os impactos que o curso de Física-Licenciatura do Campus Agreste, localizado em Caruaru – PE, teve na formação e atuação de seus estudantes. Portanto, trata-se de uma análise de cunho qualitativo, em que, eventualmente, as quantidades nos ajudam a chegar a um a interpretação dos fatos quando relacionadas entre si e com outros aspectos.

O levantamento de dados foi realizado a partir de três instrumentos: o sistema SIGA (Sistema de Informações e Gestão Acadêmica), por meio do perfil de

coordenador de curso, onde obtivemos o número de ingressantes e egressos e as cidades de origem; além desses, alguns dados foram fornecidos pela Pró-reitora de Assuntos Acadêmicos (PROACAD) da UFPE, relativos a um estudo, ainda em andamento, sobre retenção e evasão nos cursos de graduação da UFPE; e, por fim, também fizemos um questionário, utilizando-nos da plataforma Google Formulários, que foi disponibilizado no Facebook oficial do curso, sendo destinado aos alunos egressos, formandos e quase-formandos.

As duas primeiras fontes de dados – o SIGA e a PROACAD – são acessíveis apenas aos coordenadores de cursos. O estudo da PROACAD, nesse momento (em junho de 2020), começa a ser divulgado entre a comunidade acadêmica buscando pela organização de ações locais, que possam auxiliar a diminuir os números de evasões e retenções dentro dos cursos.

Em relação ao questionário, suas questões diziam respeito às seguintes informações: ano de ingresso e de término (quando fosse o caso), deslocamento até o CAA, as razões que levaram a escolher o curso de Física-Licenciatura, as maiores dificuldades durante o curso, as razões que levaram a continuar o curso, qual foi o destino depois de se formar, se atua ou atuou como docente de Física, se na escola de atuação há outros docentes de Física formados na área, e, em relação à docência, quais são as maiores alegrias, dificuldades e expectativas.

As questões que diziam respeito ao deslocamento, as razões que levaram a escolher e permanecer no curso e o destino após se formarem eram de múltipla escolha, sendo que apenas as questões finais, relativas à docência, eram questões abertas. Por conta da extensão deste trabalho, que tem como o objetivo de entender o impacto do curso na formação e atuação dos estudantes, não analisaremos profundamente a todas às questões, sendo essa uma proposta para ser posteriormente aprofundada, tanto em relação à coleta de dados, quanto em relação à análise.

Os estudantes que responderam às questões correspondem a três perfis: os egressos, os formandos – que terminaram o curso em 2019 – e os quase-formandos, que ingressaram até 2017, e encontram-se cursando os últimos períodos do curso. O questionário foi respondido por 53 alunos, o que representa ainda uma quantidade que pode ser ampliada, tendo em vista o quantitativo de alunos dentro dos perfis mencionados. Desses 53 alunos, 28 eram alunos egressos ou formandos, e os demais ainda estão estudando.

Mesmo com esse quantitativo, dados significativos foram expressos a partir dessas respostas, principalmente se analisadas em conjunto com os dados da plataforma SIGA e da PROACAD. Eles nos dão indícios e aspectos que nos mostram o impacto do curso de Física-Licenciatura do CAA-UFPE sobre a vida dos estudantes e egressos, bem como nas práticas docentes de física das escolas do entorno de nossa região.

Análise dos resultados

Os resultados serão analisados em relação a alguns critérios sobre o perfil dos alunos e em relação às respostas ao questionário e aos dados obtidos pelo SIGA e com a PROACAD.

Número de alunos matriculados

O curso conta com o ingresso anual de oitenta alunos, sendo quarenta por semestre. Atualmente, tem 283 estudantes matriculados, sem contabilizar os ingressantes de 2020.1. Estes alunos são de 57 cidades diferentes, sendo boa parte dos municípios de Bezerros, Gravatá, Caruaru e Recife. A maioria dos alunos vem de cidades da região do agreste do estado de Pernambuco. Ao analisarmos os dados do questionário, pudemos observar que 25% dos respondentes, viajam entre 80 km e 120 km, 43% viajam entre 30 km e 80 km e 32% viajam menos que 30 km para chegarem à universidade.

Número de formandos

Como o início do curso foi no segundo semestre de 2009, os alunos só começaram a concluir a graduação a partir do segundo semestre de 2013 e início de 2014, quando se contabiliza os quatro anos para integralização do curso. Atualmente, o curso conta com a previsão de quatro anos e meio para integralização, totalizando nove semestres.

Assim, desde o final de 2013 até o final de 2019, foram formados 64 estudantes. Esse número é levemente maior, se considerarmos os estudantes que já finalizaram a carga horária do curso, mas, por motivos não investigados, ainda não realizaram a colação de grau, e os alunos que faltam apenas finalizar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Pelo que pudemos observar, alguns estudantes ficam realizando a matrícula vínculo, uma vez que a nota do semestre anterior de TCC ficou em aberto. Essa é uma prática que já está sendo combatida. Do total dos que concluíram o curso, observamos a presença de apenas 15 mulheres (cerca de 23% dos egressos), o que infelizmente corrobora a previsão de poucas mulheres na área de física (CARTAXO, 2012).

Dentro de números de formandos por ano, há uma média de cinco por semestre. No entanto, a partir de 2019, houve um aumento nessa média, que passou a ser de dez alunos por semestre. Ainda que sejam poucos alunos, o número foi dobrado. Essa possível tendência de crescimento está vinculada às ações que passaram a ser realizadas no curso, a fim de diminuir as retenções. Essas ações envolvem iniciativas como mudança de pré-requisitos, abertura de turmas extras, mudança dos docentes ministrantes, oferta de disciplinas no período de férias, entre outras. Além dessas, as políticas de permanência como PIBID, Residência Pedagógica e Auxílios Estudantis também tem um papel importante para que os estudantes continuem no curso.

Recusa de matrícula e evasão

Há também uma média de 10 alunos, por semestre, que incidem na recusa de matrícula, isto é, já passaram mais de doze semestres e ainda não concluíram o

curso. Por exemplo, ainda temos alunos ativos que ingressaram no curso em 2012 e não se formaram. Alguns, inclusive, realizaram o ENEM novamente para ingressar no curso, como uma forma de não caírem na recusa de matrícula. Isso nos leva a questionar sobre que tipo de curso é esse, que em oito anos não consegue formar um estudante? Isso é uma característica comum a todos os cursos de física? Será que para ser um(a) físico(a) é preciso um sacrifício desse tipo? Reflexões como essas nos encaminham a propor reformulações, que foram iniciadas pela resolução 02/2015, e infelizmente ficaram engavetadas, devido à gestão do MEC. Desde maio de 2020, o processo de reformulação dos cursos está sendo retomado, a partir da nova resolução de 2019.

No momento, o único critério para o jubramento que está sendo adotado na prática pela UFPE é o tempo de curso. Com a incidência na recusa de matrícula, é feito um planejamento de quantos semestres ainda serão necessários para a conclusão do curso. Se, mesmo com esse tempo, o aluno não finaliza, ele é jubilado. Não tivemos acesso ainda ao número total de alunos que jubilaram o curso de desde o início dele.

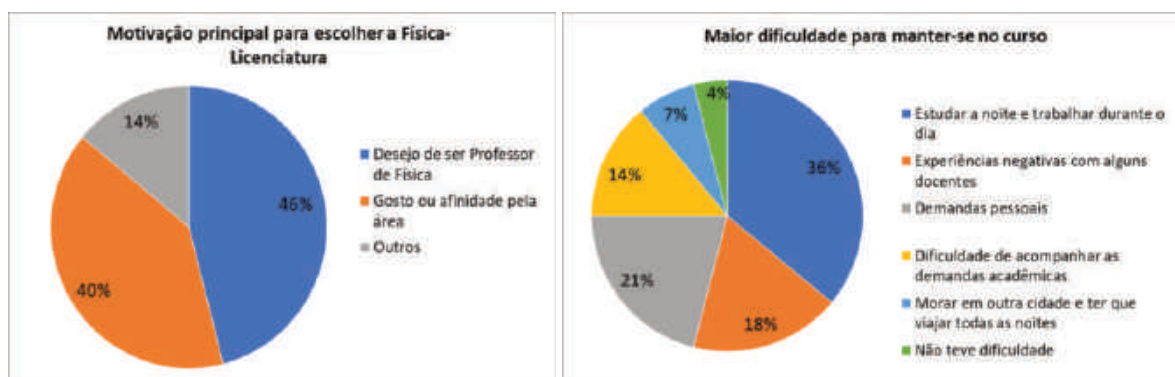
Além do jubramento, temos a evasão que representa o abandono do curso pelos alunos, considerando os mais diversos motivos, como pode ser observado em outros estudos (PINTO, 2019; FERNANDES e GUIMARÃES, 2018). Nas informações fornecidas pela PROACAD, temos um dado alarmante: desde sua origem até o ano de 2018, a porcentagem de evasão do curso Física-Licenciatura é de 49,8%. Em 2010, para se ter uma ideia, a evasão foi de 80,4% dos alunos. Outro dado que foi apresentado é o tempo médio do aluno no curso, tanto para concluir como para abandoná-lo. Entre 2009 e 2014, o tempo médio para a conclusão do curso foi de 11 semestres e meio, enquanto o esperado seriam 9 semestres. Para os que abandonam, o tempo médio, medido entre 2009 e 2018, é de 4 semestres; ou seja, os estudantes acabam ficando praticamente dois anos no curso e acabam não tendo nenhuma perspectiva para continuar nele. Uma hipótese é que isso também pode estar atrelado a reprovações repetidas em disciplinas da base do curso.

A título de comparação, segundo levantamento de 2018 feito pela Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação, a evasão nos cursos de física do país é de 30%, sendo esse o sétimo curso com maior evasão no Brasil (PINTO, 2019). É importante mencionar que esses dados não diferenciam licenciatura e bacharelado. Além disso, o estudo leva em conta os matriculados em 2018 em comparação com os de 2017, descontando-se os que entraram no curso em 2018 e os que se formaram em 2017. Usando esse critério, dentro do mesmo período, o nosso curso de Física-Licenciatura teve uma evasão de 19%.

Motivações e dificuldades no curso de Física-Licenciatura

Do nosso estudo preliminar sobre as repostas ao questionário, destacamos quatro aspectos: motivação para escolher o curso, maior dificuldade para se manter no curso, atuação na Educação Básica e formação após a graduação. As repostas serão analisadas apenas em relação aos egressos e formandos, o que totaliza vinte e oito estudantes.

Em relação à motivação e a maior dificuldade em se manter no curso, obtemos o seguinte quantitativo de repostas:



Figuras 1 e 2: gráfico da motivação da escolha do curso e gráfico da dificuldade em se manter no curso.

Fonte: autores.

Da primeira pergunta (figura 1), temos que 46% optou pelo curso motivados pelo desejo de seguir a carreira docente. É um ponto interessante, pois é comum os alunos no curso mencionarem que optaram pela licenciatura devido à ausência de um bacharelado na região. Dentre os alunos que já se formaram, existem alunos que realmente desejam seguir a profissão, mesmo conhecendo suas dificuldades. Achemos interessante a colocação de Burgarelli e Carmo (2017, p. 898) quando falam que:

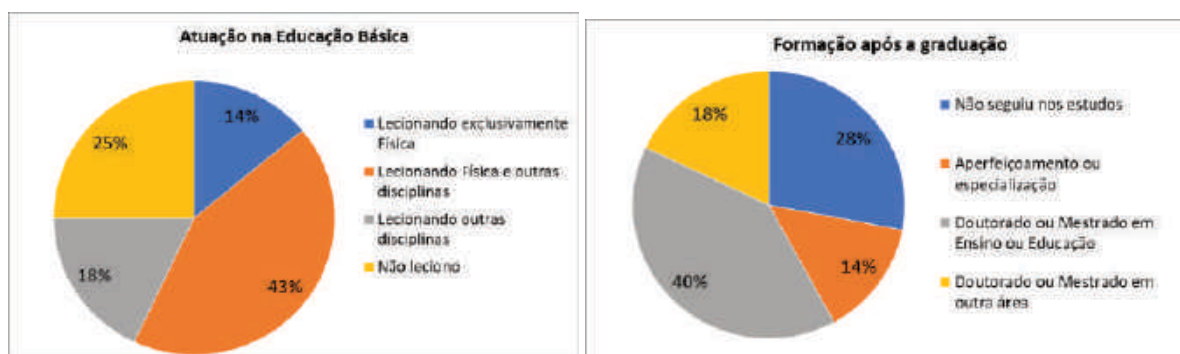
Por melhor que seja um curso de formação, por mais convincente que seja a orientação de pensadores da área, por mais rico que seja a interação entre os profissionais de um ambiente escolar, tudo isso será insuficiente se o professor não estiver atribuindo um valor desejante ao que é oferecido. Ele pode até sentir “vontade” de adotar essa ou aquela postura, talvez por conveniência, mas o que concerne ao desejo, como força motriz de sua verdade como sujeito, não o validará como ocupante do lugar de mestre.

Isso nos ajuda a entender o quanto os alunos realmente são batalhadores para realizar este desejo, quando, mesmo com dificuldades, finalizam o curso, ainda que demorem quase seis anos para isso.

Quanto à segunda pergunta (figura 2), a maior dificuldade de permanência no curso está atrelada ao fato da licenciatura ser um curso noturno e à necessidade de muitos alunos terem que trabalhar para se manter enquanto estudam. Essa dificuldade é seguida pelas “demandas pessoais”, o que indica a necessidade de um aprofundamento na pesquisa, a fim de identificar a natureza dessas demandas. Aparece com 18% a indicação de uma experiência negativa com algum docente ao longo do curso, o que é um dado curioso pois a alta retenção em algumas disciplinas ocorre devido a alguns professores específicos, o que, no entanto, não acarreta necessariamente numa experiência considerada negativa pelo aluno.

Atuação na Educação Básica e continuidade nos estudos

Para os outros dois aspectos tivemos as respostas abaixo, as quais não diferenciamos se são egressos ou não. É possível, e muito comum, que estudantes que ainda não se formaram estejam atuando na educação básica, principalmente em áreas como a física, que carece de professores:



Figuras 3 e 4: gráfico da atuação dos estudantes na educação básica e gráfico das atividades de formação continuada.

Fonte: autores.

Quanto a atuação na educação básica (figura 3), vemos que de alguma maneira, 75% dos entrevistados estão lecionando, embora somente 14% ministrem exclusivamente a disciplina de física. Este é um resultado relevante para observar o impacto do curso no seu entorno, uma vez que representa uma quantidade significativa de docentes formados em física que estão atuando na região. Esse é um número que, sem o campus e o curso, talvez não fosse alcançado com facilidade.

Quanto à formação continuada (figura 4), observamos um número semelhante, 72% continuaram os estudos e 28% não. Essa continuidade na formação foi possível pelo aumento nos programas de pós-graduação na região. Iniciativas como o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), por exemplo, recebe alguns alunos que se formam no curso, assim como a Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, ambos funcionando no Campus Agreste.

Considerações e próximos passos

Nossa pesquisa teve como objetivo estudar o impacto do curso de Física-Licenciatura do Campus Agreste da UFPE nos seus dez anos de existência. Nosso estudo foi feito a partir de informações obtidas no SIGA, em estudos da PROACAD e das respostas dadas a um questionário virtual.

Foi possível observar resultados em relação ao perfil dos estudantes, ao número de formandos e à atuação dos alunos egressos na região. Quanto aos formandos, observamos um número baixo em relação ao esperado nestes dez anos. Os motivos para isso podem ser vários, mas, pelas respostas dos alunos, podem estar atrelados às dificuldades em conciliar o trabalho com o estudo noturno, além da própria estrutura das disciplinas em relação aos conteúdos e à forma com que são apresentados.

Em relação a evasão, o curso ainda apresenta um alto índice de evadidos. A reversão desse número irá passar por mudanças a nível de gestão do curso, mas passa também pela Universidade, que precisa buscar mais iniciativas para possibilitar a permanência, e até pela implementação de políticas públicas de auxílio, para que o estudante possa se dedicar ao curso com algum respaldo financeiro.

Buscando indicativos para o impacto dessa licenciatura na região, pudemos observar que o curso está permitindo a inserção de docentes de física na Educação Básica, ou seja, está contribuindo para a presença deste profissional que é tão

escasso nas escolas. Além do mais, esses profissionais estão atuando especialmente em sua região de origem, o que significa que levam os conhecimentos do curso de volta para a sua realidade. Embora tenhamos focado no curso de física, acreditamos que as demais licenciaturas presentes no campus apresentam impactos semelhantes no tocante a presença de profissionais capacitados nas escolas da região, o que vemos como um aspecto bastante positivo da interiorização destes cursos.

Por fim, desejamos aprofundar este estudo aumentando o número de entrevistados, ampliando as análises dessas e das demais questões e continuando com o levantamento relativo ao impacto e às dificuldades na formação desses sujeitos dentro de nossa realidade e para o país.

Referências

- ARRUDA, Sergio de Mello. UENO, Michele Hidemi. Sobre o ingresso, desistência e permanência no curso de física da universidade estadual de londrina: algumas reflexões. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 159-175, 2003.
- BURGARELLI, Cristóvão Giovani. CARMO, Danielsie Silva do. Formação e desejo de ser professor. **Revista Eletrônica de Educação**, v.11, n.3, p.890-899, set./dez., 2017.
- CARTAXO, Sandra Maria Carlos. **Gênero e ciência: um estudo sobre as mulheres na física**. 2012. 104 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286842>>. Acesso em: 03 mar. 2020.
- FERNANDES, João; GUIMARÃES, Michele U. **Estudo da evasão dos estudantes de licenciatura e bacharelado em física da UFOP: uma análise segundo Bourdieu**. EPEF 2018.
- PINTO, Paulo S. Universidades federais têm evasão de 15% em 2018. **Poder360**. 8 out. 2019. Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/governo/universidades-federais-tem-evacao-de-15-em-2018/>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

A PROPOSTA DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO DE CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS COM HABILITAÇÃO EM FÍSICA CONFORME AS ORIENTAÇÕES PRESENTES NO MANUAL ORIENTADOR

THE SUPERVISED CURRICULAR INTERNSHIP PROPOSAL FOR A LICENSING COURSE IN SCIENCES WITH A PHYSICAL QUALIFICATION ACCORDING TO THE GUIDELINES PRESENT IN THE GUIDANCE MANUAL

José Ricardo Da Silva Alencar¹, Odete Pacubi Baierl Teixeira²

¹Universidade do Estado do Pará, jrsalencar@gmail.com

²Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho, opbt@terra.com.br

Resumo

O trabalho trata da formação inicial por meio da proposta materializada no Manual Orientador para o Estágio Curricular Supervisionado de um curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Física. O objetivo é analisar as orientações dadas nesse manual, as quais balizam as ações dos professores-formadores e dos estagiários para melhor aproveitamento da realização desse componente curricular. Toma-se por base para a discussão qualitativa a Análise de Conteúdo, sendo o corpus constituinte dos dados presentes no referido manual de orientação de estágio supervisionado. Conclui-se que existem indícios de se tentar superar a dicotomia do modelo de "3+1" com um tempo dentro da matriz curricular dedicado às componentes curriculares que desenvolvem saberes docentes e desenvolvimento de reflexões por meio de atividades propostas durante o Estágio.

Palavras-chave: Estágio Curricular Supervisionado, Física, Formação de Professores

Abstract

The research deals with the initial formation through the proposal materialized in the Guidance Manual for the Supervised Curricular Internship of a Science Degree course with a Physics qualification. The objective is to analyze the guidelines given in this manual, which guides the actions of teacher-trainers and interns to better take advantage of the realization of these curricular components. It is used as a basis for qualitative discussion in Content Analysis, with the corpus constituting the data present in the supervised internship guidance manual. We conclude that there are signs of overcoming a dichotomy of the "3 + 1" model with a time within the curricular matrix dedicated to curricular components that develop teachers and develop reflexes through activities studied during the internship

Keywords: Supervised Curricular Internship, Physics, Teacher Education

Contextualizando o Estágio Curricular Supervisionado da Instituição de Ensino Superior formadora de Professores de Física

Com efeito, atualmente as Instituições de Ensino Superior (IES) de formação de professores buscam superar o clássico modelo 3+1 (três anos de disciplinas específicas da ciência mais um ano de disciplinas pedagógicas). Muitos cursos refizeram seus currículos de modo a superar a separação entre teoria e prática docente. Buscaram alinhar mais organicamente os saberes teóricos e os práticos de docência oriundos das críticas da literatura especializada. Por exemplo, incorporaram maior relação entre conteúdos específicos e a formação pedagógico-didática de maneira mais convergente para a formação do saber do professor, culminando em estágios supervisionados como componentes curriculares formativos onde há o espaço de aprendizagem dos saberes docentes.

Será que de fato esse modelo dicotômico é predominante ainda nos currículos de licenciatura? Muito embora, tenham ocorrido mudanças significativas nos cursos de licenciatura no país, Pimenta e Lima (2012, p. 33) atestam que muitos ainda não fundamentam a atuação do futuro profissional e não priorizam prática docente como referência para a fundamentação. Estes autores ainda notam que, em geral, os currículos possuem apenas uma união de disciplinas apresentadas sem articulação com os reais objetivos que as deram origem no momento da constituição do curso de licenciatura.

Acreditamos na utilização da sala de aula como local prioritário na formação de novos professores, pois permite: iniciação no campo principal de atuação da profissão, construção da identidade, exame crítico sobre a escola na perspectiva de não mais ser aluno, compreensão mais adequada da estrutura e funcionamento do sistema escolar, desenvolvimento do saberes docentes, em especial saberes experiências, articulação dos diferentes saberes construídos ao longo da formação, teste e avaliação reflexiva das propostas de ensino, desenvolvimento dos processos de reflexão-ação-reflexão.

O processo reflexivo é um elemento primordial que permite o desenvolvimento do saber dos professores na formação inicial (CARVALHO; GIL-PEREZ, 1998; GAUTHIER, 1998). Ao propor momentos de reflexão sobre a ação pedagógica, o Estágio Curricular Supervisionado (ECS) pode se tornar uma fonte geradora que possibilita a construção de saberes (TARDIF, 2002; TARDIF; GAUTHIER, 2001). Assim sendo, quando se busca durante a formação inicial promover a reflexão por meio da ação docente inicial para que se investigue a própria prática, é possível formar para observar o fenômeno escolar por diversos olhares incluindo empaticamente o olhar do aluno, permitindo uma descentração de si que, como professor, acaba focalizando apenas o processo de ensino, muitas vezes esquecendo o processo de aprendizagem do outro.

Tal ação reflexiva e formativa pode auxiliar no desenvolvimento de conhecimentos da profissão professor que permita o uso de didáticas que beneficiem os diferentes alunos em uma sala de aula. Pode-se imaginar que será possível alcançar os esquemas cognitivos dos mais variados tipos de alunos e, destarte, poder ajudar no desenvolvimento dos conhecimentos dessa nova geração que frequenta nossa escola. Conforme nos ensina Darling-Hammond (2014), é necessário desenvolver a habilidade de sair de si, descentrando o processo de

ensinar além da própria perspectiva e saber se pôr no lugar do aluno entendendo, ou buscando entender, o processo de aprendizado.

Gauthier (1998) e Tardif (2002) nos alertam sobre currículos fundamentados na racionalidade técnica serem inadequados à realidade atual da prática profissional dos docentes. Frequentemente, tal modelo separa teoria e prática priorizando formação teórica em detrimento da prática, vista apenas como aplicação de conhecimentos teóricos. Nesse sentido, eles apontam que é preciso se formar com base numa racionalidade prática em que a reflexão contínua deva ser a base da formação docente.

Pereira (1999) entende que as atuais políticas para formação de professores têm um discurso consonante com esse novo modo de conceber a formação, rompendo com o modelo anterior. Tal entendimento recomenda práticas docentes já nos primeiros anos da formação inicial organizadas de tal modo que os problemas e questões decorrentes dessas práticas sejam levantados para discussões nas disciplinas teóricas. Esse também é nosso entendimento, mas lançamos a ressalva de que não basta existir oficialmente e não realizar um processo estruturado e inter-relacionado com todo o corpo docente formador de novos professores, pois pode-se acabar na possibilidade de uma formação à semelhança da racionalidade técnica em que os formadores de estágio não têm nenhuma conexão com as outras disciplinas do curso.

O Estágio Curricular Supervisionado (ECS) se configura como um componente curricular que, ao ser relacionado com o *praticum reflexivo* proposto por Schön (1992), promove o aprender fazendo refletindo sobre essa ação que, para nós, assevera que a experiência de ensino planejada e refletida é tão importante quanto os conhecimentos científicos da Ciência Natural ensinada. Conseqüentemente, o ensino dos professores tem sido foco de estudos, pesquisas que levantam questões para se clarificar e, com isso, contribuir na melhoria da formação de professores. Este trabalho é parte de uma investigação maior para uma tese de doutoramento em Educação para a Ciência, cujo tema versa sobre mobilização de saberes docentes e ECS, pois pretendemos contribuir com esta tentativa de aprimoramento da formação docente.

Atualmente, o ECS, conforme indica Pimenta (1999), deve ser um articulador entre teoria e prática na formação dos futuros profissionais docentes como um campo de aprendizagem e conhecimento. Isso pode tornar favoráveis as condições para que o docente em formação possa observar, realizar e repensar com critérios mais analíticos pautados em saberes profissionais a sua própria atuação. Isso se dá, pois, a partir de situações vivenciadas no cotidiano da prática pedagógica na escola, o licenciando pode fazer uma ressemantização das teorias e das propostas de práticas educacionais adquiridas via formação acadêmica (ou de outras fontes) até o momento dessa vivência.

O ECS é um componente curricular estruturante na formação de futuros professores que buscam materializar esses eixos articuladores, sendo indicada nos Projetos Pedagógicos de cada curso de licenciatura da universidade. Para o Ministério da Educação na Lei 11.788 de 25 de setembro de 2008 que dispõe sobre os ECS dos estudantes, o estágio é para educar no ambiente de trabalho. Esta lei indica que o estágio supervisionado faça parte do Projeto Pedagógico do Curso, sendo um caminho formativo cujo objetivo é a preparação para o trabalho dos futuros docentes. É realizado no futuro local de trabalho (escola) e busca

proporcionar aprendizado de competências docentes para o desenvolvimento das suas atividades profissionais (BRASIL, 2008).

Utilizamos o recorte metodológico da Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2009) para o processo de análise e de inferências dos conteúdos presentes no manual do Estágio do Curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Física e, assim, discutir as possibilidades formativas com base no desenvolvimento de saberes docentes. Realizamos a pré-análise com leitura flutuante, a exploração sistemática tendo em vista nosso objetivo sobre saberes docentes e o tratamento qualitativo dos conteúdos existentes no material nos permitiu inferências e conclusões que ora apresentamos.

A matriz curricular do Curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Física de uma universidade pública da Região Norte do País que ora analisamos tem uma organização de oito semestres letivos, funcionando por meio de regime semestral, com disciplinas de cunho científico-cultural, de prática de ensino, de estágios supervisionados, de Atividades Complementares de Graduação e Disciplinas Complementares de Graduação.

Tendo essa matriz sido feita ainda sob a orientação da Resolução CNE/CP nº 2/2002 (BRASIL, 2002) que versa sobre a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior, o curso apresenta quatrocentas horas (400h) de Prática como Componente Curricular e quatrocentas horas (400h) de ECS a partir do início da segunda metade do curso, ou seja, no 3º e 4º ano de curso serão 400 h realizadas tendo como nomenclatura: Estágio Supervisionado I - 100h: Vivências em Espaços Não-Formais, Estágio Supervisionado II: Vivências no Ensino Fundamental – 120h, Estágio Supervisionado III: Vivências no Ensino Médio–Parte I– 100h (ECS III) e, por fim, Estágio Supervisionado IV: Vivências no Ensino Médio – Parte II – 80h (ECS IV). Há uma grande distribuição de tempo com uma tendência maior para a formação do professor do Ensino Médio. Existem mais duas componentes curriculares de ECS também para o nível Fundamental e a inclusão de espaços não-formais.

Apontamos aqui, portanto, uma tentativa de se superar a dicotomia de saberes ou a hegemonia que prioriza conteúdos específicos da ciência a ser ensinada (Física), preterindo os conhecimentos didáticos e pedagógicos ou que articulem teorias e práticas. O curso de Licenciatura adota quase 1/3 ou 36% de disciplinas de cunho didático-pedagógico (36% é aproximadamente 1.260h do total do curso de 3.440h), espera-se nessas disciplinas a necessária relação entre teoria e prática formativa para a docência. A carga horária das disciplinas de ECS representa, pelo menos, 1/8 do total de horas destinadas à formação do futuro professor. Abrindo possibilidades de se realizar em diversas realidades institucionais ou em espaços alternativos a preparação oferecida no ECS. Isso permite uma variedade de práticas docentes acompanhadas e refletidas juntas com um professor-formador.

Para isso, neste trabalho, questionamo-nos se o manual que orienta professor-formador e estagiários do curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Física já aponta para a superação da dicotomia “3+1” (3 anos de formação específica e mais 1 ano de formação pedagógica) fazendo do estágio um campo de desenvolvimento de saberes docentes.

Sobre o manual de orientação de estágio supervisionado do curso de ciências naturais

Em relação à disciplina de ECS do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais com habilitação em Física que representa o momento de formação na escola do ensino básico do futuro professor, algumas questões tácitas são formadoras de ações pedagógicas que constituem esse componente curricular. Por exemplo: contributos significativos para a formação do profissional professor; articulação orgânica que deve acontecer entre os conteúdos específicos da ciência e os saberes e procedimentos de ensino e de aprendizagem durante a disciplina; articulações presentes entre a teoria (diversas ciências) e prática professoral na ação do estagiário; reflexões feitas sobre saberes docentes, ações pedagógicas que foram de alguma forma trabalhadas nas disciplinas do curso de licenciatura.

O próprio manual de ECS nos informa que o objetivo da disciplina é “fornecer conhecimentos (competências e habilidades) práticos que auxiliem a desenvolver e aperfeiçoar os estagiários em preparação ao exercício da profissão de professor em espaços destinados para tal” (PARÁ, 2008, p. 7).

A conceituação de ECS fornecida pelo manual é:

O Estágio Supervisionado é um componente curricular eminentemente prático que deve ser desenvolvida pelos alunos sob orientação permanente de professor(es) formador(es) com carga horária definida e forma de avaliação diversificada. Determinado e regido por lei devem ser de interesse pedagógico e entendido como uma estratégia de profissionalização que integra o processo ensino-aprendizagem a uma prática efetiva (id., p. 6).

Isso nos permite observar a tentativa de responder às novas exigências que esse componente curricular, qual seja, ser um campo de aprendizagem e de conhecimento para o futuro profissional docente.

Os termos “inserção” em instituições, “práticas” e “vivência” são usados em diversos pontos do texto do manual o que nos indica um caráter de execução ou realização de situações professorais tão próximas quanto possível da realidade da profissão, sejam nos “espaços de docência”, sejam nos “espaços voltados para a educação em Ciência”. Os objetivos específicos dos ECS tendem a corroborar com o objetivo geral quando apontam para um componente curricular eminentemente prático e que permitem vivenciar e utilizar estratégias metodológicas em instituições escolares ou espaços alternativos de ensino o exercício para a docência, pois pretendem inserir os estagiários em locais que permitam desenvolver o domínio da docência, bem como permitir a vivência de atividades e problemas cotidianos. Também fomentam o uso de estratégias metodológicas diferenciadas, assim como a inserção em instituições não-escolares (museus, planetário, laboratórios etc.).

O manual aponta que os estagiários precisam lidar com uma prática docente em constante avaliação e com novas concepções sobre educação sendo incorporadas por meio da pesquisa de formação de professores.

Isso nos parece ser uma consequência das reformas introduzidas nas licenciaturas nas últimas três décadas de discussão sobre formação docente que buscam equilibrar o tempo de formação em Saberes dos conteúdos, Saberes pedagógicos dos conteúdos, Saberes pedagógicos gerais e Saberes curriculares. Já os Saberes da experiência são iniciados nas práticas de ensino e estágios supervisionados, tendo os Saberes da pesquisa inseridos de modo gradual em

programas de iniciação à docência ou em trabalhos acadêmicos que privilegiem tal saber.

Destarte o estágio nesta Instituição de Ensino Superior (IES) busca consolidar prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e “oportunidade de familiarização com o futuro ambiente de trabalho com complementação da aprendizagem, tornando-se elemento de integração, em termos de aperfeiçoamento técnico, cultural e científico” (PARÁ, 2008, p. 4).

Destarte, com o intento de desenvolver saberes docentes, o manual preconiza como papel dos estagiários:

Ser assíduo, pontual, participativo e responsável no desenvolvimento de todas as atividades relacionadas ao Estágio Curricular; Apresentar relatório ao final do estágio Curricular; Trajar-se adequadamente, ter postura e compostura, pois é um representante da Instituição nas Unidades Concedente de Estágio; Cumprir as orientações do Professor de Estágio; Cumprir os preceitos éticos- profissionais durante a execução de suas atividades no estágio; Ter representação no Colegiado de Estágios Curriculares que deverão ser eleitos pelos Centros Acadêmicos da cada Curso e após esse processo de eleição, escolherão dentre os mesmos: um titular e um suplente por Centro, com mandato de um ano, com direito a uma recondução; Participar das atividades pertinentes às aulas instrumentais; Planejar e executar as micro aulas; Planejar e executar atividades relacionadas às Ciências Química, Física e Biologia em espaços não formais, como Museus, Planetários, Centros de Pesquisa e Instituições Comunitárias; Participar de eventos acadêmicos; Participar das atividades extra-curriculares desenvolvidas nos campos de estágio; Observar e participar das aulas de Química, Física e Biologia; Ministras oficinas, cursos etc.; Participar de reuniões e/ou sessões de orientação e avaliação; Executar a regência de turmas (PARÁ, 2008, p. 11).

Tais deveres dos estagiários é, segundo o manual, “objetiva a integração da aprendizagem acadêmica e a compreensão do cotidiano das Instituições” (id, p. 4). Assim, o futuro professor mostrará que ele terá capacidade de desenvolver suas atividades profissionais na escola ou em outros espaços. É nesse sentido a experiência dos licenciandos na sala de aula o modo preferencial de reorganização da própria percepção de ser professor. Gauthier, (1998) apontam que o saber pedagógico possui fragilidades e imprecisões e precisa ser confrontado com a experiência para validar ou não o saber pela ação pedagógica. Ao estipular alguns deveres do profissional em formação, o manual procura trazer a experiência dos códigos de conduta e afazeres de um professor no seu local de trabalho.

Temos, nesse ECS uma possibilidade de vivência, conforme o manual, do fazer docente num ambiente real – a escola, museus, planetários etc. –, um compromisso para promover o alargamento de visões dos novos professores. Duas atividades propostas parecem indicar a realização de um processo reflexivo durante o Estágio indicado no manual: elaboração de um artigo das intervenções didáticas e elaboração de relatórios analíticos da regência (PARÁ, 2008, p. 15). Isso porque o processo de escrita junto com outros momentos de reflexão em sala de aula, como rodadas de conversas após realizações de regências, podem desenvolver saberes ou, ao menos, explicitar a necessidade de desenvolvimento de saberes disciplinares, pedagógicos, curriculares etc. O manual nos parece, portanto, defender uma postura dentro do contexto do modelo de formação reflexivo, que busca mitigar os problemas apresentados no modelo técnico de formação. Se no modelo técnico o professor apenas é um transmissor eficiente de conteúdos, no modelo reflexivo,

conforme Schön (1992), o professor valoriza a reflexão como elemento importante de sua prática.

O manual descreve as atribuições do professor-formador e do aluno-estagiário: o professor deve, de modo geral, planejar, orientar, acompanhar e avaliar as atividades para o Estágio, e o estagiário deve se comportar adequadamente ao local de trabalho, planejar e executar aulas ou atividades pedagógicas afins à prática de ensino, participar de atividades no campo de estágio ou relativos à academia, bem como apresentar relatório de sua vivência no campo de estágio.

As atribuições descritas nesse manual nos parece considerar o ECS apenas uma parte eminentemente prática do curso. A maior quantidade de verbos empregados são de cunho prático, a saber: Registrar, Avaliar desempenho, Fazer cumprir carga horária, Distribuir alunos pelos campos, Acompanhar desempenho, frequência, atividades, Orientar atividades, elaboração de relatórios. Sendo a única exceção de atribuição se trata de “Orientar na construção relação teoria x prática”.

Consideramos atribuir um caráter apenas prático uma visão limitante que é criticada por pesquisadores no campo da educação, como Pimenta (2010). Já assumimos aqui que o estágio necessita ser um momento de aprendizagem, de aquisição, retificação, ressignificação de saberes e não apenas de experiência, prática ou técnicas. Existe, evidentemente, a possibilidade da ação concreta do professor orientador de tornar o ECS um momento de reflexão e aprendizagem de saberes, mas dependerá de certa propensão diferenciada de formação de futuros professores.

Apesar de ser identificado como um tempo de aprendizagem e conhecimento, os objetivos tanto de professor quanto de aluno apontam para ser uma prática onde os saberes envolvidos não estão explicitados. As atribuições para os alunos (“ser”, “trajar-se”, “cumprir”, “participar”, “observar”, “planejar”, “executar”) não trazem clareza na argumentação de estágio como espaço de aprendizagem, não indicam que saberes devem ser explicitados e desenvolvidos na execução do ECS. Não encontramos em nenhum outro ponto do manual algo do gênero.

Considerações para formação de professores

Sobre nosso questionamento que orientou nossa análise do manual do Estágio, podemos concluir que as conceituações, objetivos e orientações para realizar o ECS como componente curricular já apontam para uma tentativa de superar a dicotomia do modelo de “3+1”, uma procura por formar profissionais mais completos e integrados com a presença de tempo formativo dentro da matriz curricular dedicado às vivências práticas para confronto e reflexões da teoria e prática da profissão docente. Sendo assim, existe a potencialidade de desenvolvimento de saberes docentes por meio de atividades propostas durante o ECS.

Com tal proposta formativa de uma epistemologia com vistas à prática, o ECS preconizado no manual procura evitar a monotonia cultural formativa de programas anteriores que foram criticados em inúmeras pesquisas por autores especializados na formação de professores. Assim se pode tentar superar por meio de experiências, percepções e bases de conhecimento que influenciam profundamente as abordagens para um aprendizado por parte dos alunos que seja muito mais rico de significado e mais adequado aos tempos atuais.

Questionamentos cada vez mais embasados em pesquisas podem dar um direcionamento de se buscar superar cada vez mais a dicotomia teoria e prática na formação de professores desenvolvendo saberes. Entendemos que o ECS analisado pode assumir pelos responsáveis e envolvidos por esse componente curricular, como um elemento integrador entre teoria e prática que permita aos estagiários a aplicação e a ressignificação da teoria aprendida ao longo de vários semestres de aprendizagem de saberes docentes.

Referências

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 2/2002 de 19 de fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Ed. Básica em nível superior. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em 13. fev. 2020.

_____. LEI Nº 11.788 - Dispõe sobre o estágio de estudantes; altera a redação do art. 428 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT. Brasília: MEC/SEB, de 25 de set. de 2008.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 1998.

DARLING-HAMMOND, Linda. A importância da formação docente. cadernoscenpec | São Paulo | v.4 | n.2 | p.230-247 | dez. 2014. Disponível em: <<http://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/293>>. Acesso em 04. fev. 2020.

GAUTHIER, C. Por uma teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Unijuí, 1998.

PARÁ. Manual de orientação de estágio supervisionado do curso de ciências naturais. Manual de Estágio Supervisionado, Coordenação do Curso de Ciências Naturais, Centro de Ciências Sociais e Educação, Universidade do Estado do Pará Belém-PA, 2008.

PEREIRA, Júlio E.. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. In: Educação & Sociedade, ano XX, nº 68, Dezembro. 1999. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/es/v20n68/a06v2068.pdf>>. Acesso em 17. mar. 2018.

PIMENTA, S. G. O Estágio na Formação de Professores: Unidade Teoria e Prática? São Paulo: Cortez, 2010.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. Estágio e Docência. 7. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2012.

SCHÖN, D. La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo desafío de La enseñanza y El aprendizaje en las profesiones. Barcelona. 1992.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Vozes, 2002.

TARDIF, M.; GAUTHIER, C. O professor como "ator racional": que racionalidade, que saber, que julgamento? In: PAQUAY, L. et al. (Org.). Formando professores profissionais: Quais estratégias? Quais competências? 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.

O PROFESSOR DE FÍSICA E A INTERDISCIPLINARIDADE DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: AÇÃO PEDAGÓGICA NA SALA DE AULA

SCIENTIFIC KNOWLEDGE INTERDISCIPLINARITY AND THE PHYSICS TEACHER: PEDAGOGICAL ACTION IN THE CLASSROOM

Fernanda Franzoni Pescumo^{1,2}, Jesuína Lopes de Almeida Pacca¹

1USP/PIEC/ fpescumo@gmail.com

2IFSP/Campus São Paulo

Resumo

A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são mais do que nunca necessárias para promover uma reforma do pensamento, que reorganize o conhecimento de forma a ser mais contextualizado e globalizado. Para isso, é necessário que os educadores se auto eduquem, partindo também do repertório de seus alunos. O objetivo desse trabalho foi analisar a ação pedagógica de um professor de física durante uma atividade de discussão em grupos, realizada após uma prática experimental interdisciplinar de biologia e física, quanto a sua ação em relação a fenômenos fortuitos e inesperados. Eles ocorrem na sala de aula e consideramos que são importantes para estudar a complexificação do conhecimento. A partir dos áudios transcritos, pudemos observar que o professor de física ali presente, conduzindo o trabalho dos alunos num exercício de reflexão sobre o conhecimento, conseguiu abordar temáticas que não estavam previstas em seu planejamento mas que foram importantes para compreenderem um fenômeno natural de forma mais contextualizada e por isso complexificada.

Palavras-chave: interdisciplinaridade; ação pedagógica; fenômenos fortuitos

Abstract

Interdisciplinarity and transdisciplinarity are more than ever required to promote a thinking reform, in order to reorganize knowledge, so that it could be more contextualized and globalized. For this, it's necessary educators educate themselves, starting from their student's repertoire. This work aims to analyse the pedagogical action of a physics teacher during an activity in a group discussion, that occurred after a physics and biology interdisciplinary experimental practice, related to fortuitous phenomena that happened in the class and which ones are relevant to study knowledge complexification. From the transcribed audios, we could observe that the physics teacher was able to approach thematics that were not expected in his plan but were important to understand a natural phenomena in a contextualized and complexified way.

Key words: interdisciplinarity; pedagogical action; fortuitous phenomenas

Introdução

Quando abordamos a interdisciplinaridade, estamos falando de um termo polissêmico. Dessa forma, a diversidade de sentidos está relacionada com muitas divergências que encontramos entre discursos e práticas pedagógicas. Um ponto em comum dos pesquisadores sobre esse tema é a necessidade de se ultrapassar as barreiras entre conhecimentos disciplinares específicos, organizados em conteúdos estanques, visto que a realidade mostra fenômenos naturais que não podem ser explicados adequadamente dentro dessas barreiras. Assim, estimular as práticas interdisciplinares é um convite a repensar nossa visão de mundo e nossos modelos explicativos da realidade.

Assim, é importante pensar a capacitação e a função profissional para o estabelecimento dos saberes docentes. Quando os professores são inquiridos, eles tendem a valorizar mais os saberes da experiência profissional, em detrimento dos saberes específicos e pedagógicos da formação. Em parte, isso pode ser um reflexo da falta de comunicação desses saberes com a realidade material e concreta que o professor enfrenta diariamente nas escolas.

Tratamos de estudar o conceito de interdisciplinaridade dentro de uma disciplina num curso de licenciatura. Por isso, é importante pensarmos sobre os saberes que estamos ajudando a construir com um curso da licenciatura e, para isto, nos apoiamos em dois principais autores: Tardif (2017), sobre os saberes docentes considerados plurais, compósitos, heterogêneos, temporais e sociais, sendo estruturados durante toda a vida do profissional professor, e tipificados em saberes disciplinares, saberes curriculares, saberes da formação educacional e saberes da experiência e Morin (2007) na sua crítica apontada ao conhecimento fragmentado que é abordado nas universidades como "incapaz de captar o que está tecido em conjunto, isto é, o complexo" e avança ainda afirmando que "um saber só é pertinente se é capaz de se situar num contexto, mesmo o conhecimento mais sofisticado, se estiver totalmente isolado, deixa de ser pertinente".

Isso vai ao encontro da resistência dos alunos à formação da academia que aparece na obra de Tardif. Na legislação educacional, a interdisciplinaridade aparece tanto nos PCNs como nas Diretrizes de 2015 para a formação de professores. Neste último documento, a formação de professores dentro dessa concepção de interdisciplinaridade precisa propiciar o aumento dessas práticas na sala de aula. Entretanto, quem trabalha com a formação de professores das ciências, sabe que há uma diferença razoável entre o currículo preposto e o currículo aplicado. Mais ainda, que a maioria dos professores universitários atualmente foram formados em um paradigma curricular essencialmente disciplinar e que, além dos conhecimentos produzidos em sua formação inicial, há saberes anteriores - de sua própria formação na educação básica por exemplo - e há os saberes experienciais da prática profissional que também foram produzidos em uma perspectiva disciplinar.

Então, como deve ser desenvolvida a formação de um professor em um curso interdisciplinar? Como ele mobiliza e confronta seus saberes anteriores com os novos desafios da prática profissional? São questões que nos mobilizam tentando encontrar respostas. E depois as questões: Quem serão os formadores que irão formar os professores? Como o professor que forma professores pode aprender a abordar a complexidade profissional? Segundo Morin, há um paradoxo para a Reforma da Universidade: as mentes precisam ser reformadas para reformar

a Universidade, porém as mentes só podem ser reformadas se a Instituição for previamente reformada. Para o autor, essa impossibilidade lógica necessita que os educadores se auto eduquem a partir das necessidades que o século exige, das quais os estudantes são portadores (MORIN, 2007, p.23). Dessa forma, só a partir de uma prática pedagógica dialógica sistemática que o professor de um curso interdisciplinar conseguirá de fato ter uma prática interdisciplinar. São as demandas dos alunos que promovem um repensar do conhecimento, numa construção coletiva.

Na nossa pesquisa temos como objetivo: explorar a ação pedagógica de um professor de física durante uma atividade interdisciplinar em um curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Física. Quais os aspectos podem ser evidenciados?

Analisamos aqui o desempenho de um professor de Física, mobilizando e encaminhando a interação em aula a partir dos fenômenos fortuitos ou inesperados, para chegar à complexificação do conhecimento que os explica. Por que os fenômenos fortuitos? Na prática dialógica é comum a ocorrência de fenômenos fortuitos, que seriam situações inesperadas protagonizadas pelos alunos (VICENTE, 2018); na sua dissertação de Mestrado, essas situações podem ser desencadeadores de processos de construção de conhecimentos complexos na sala de aula.

Metodologia

A metodologia de análise para essa questão tem uma abordagem qualitativa. Segundo Minayo (1994). A pesquisa qualitativa

(...)responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo dos significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

(MINAYO, 1994, p. 21-22)

Para estudarmos a ação pedagógica do professor, analisamos uma aula ministrada em uma disciplina de Laboratório Interdisciplinar de Biologia e Física, em uma licenciatura em Ciências Naturais: habilitação em física, de uma Instituição de Ensino Superior Federal de São Paulo. Essa disciplina foi estruturada em uma Sequência Didática composta por quatro etapas: a problematização inicial, a prática experimental, discussão dos resultados em grupo e síntese. O conteúdo referia-se ao tema exploração visual da natureza; a problematização foi realizada a partir da capacidade de resolução do olho humano e dos instrumentos criados para ampliar a exploração do mundo natural pelo ser humano.

Durante a atividade experimental, os alunos utilizaram diversos equipamentos compostos por lentes (lupa, estereoscópio e microscópio) e observaram uma rolha de vinho de cortiça e uma planta aquática, a *Elodea* sp. Foi fornecido um roteiro com as instruções para manuseio e observação, seguido de algumas questões norteadoras da discussão, que estão apontadas na Tabela 1.

As questões propostas pretendem auxiliar a condução da próxima atividade: a discussão em aula. Dois grupos de alunos devem nortear as discussões com a sala toda, mediada agora pelos dois professores da disciplina.

Tabela 1. Exercícios propostos para nortear a discussão em equipes

1. Observando a cortiça.
 - * A cortiça corresponde ao tecido súber das plantas, que é um tecido morto. É possível identificar alguma estrutura presente nos organismos vivos nesse material?
 - * Comparando a lupa ao microscópio, como você descreveria o funcionamento do microscópio?
2. Observação mesocosmo
 - * Tanto a *Elodea* sp. quanto a cortiça são partes de plantas. Há alguma similaridade nos materiais observados?
 - * Vocês estudaram em Biologia Celular inúmeras especializações da célula vegetal. O que foi possível observar no microscópio óptico?
 - * Por que algumas estruturas não foram possíveis de ser observadas? O que seria necessário para poder observá-las?

3.

A discussão toda foi registrada em áudio e posteriormente transcrita pela pesquisadora, para uma análise com relação às ações praticadas pelo professor.

Resultados preliminares

Inicialmente, as equipes que fizeram o trabalho apresentaram processos da fabricação da cortiça e alguns tópicos sobre história e geografia. Identificaremos cada aluno que comentou por A seguido de um número e os professores por P1(física) e P2 (biologia).

A1: a qualidade do vinho você vê pela rolha

A2: a árvore que dá origem a cortiça, ela é conhecida como sobreiro.(...) quanto mais passar da extração da casca, melhor vai ficando o aspecto da rolha da cortiça, pq ela vai ficando mais lisa a casca com o passar do tempo. E a extração, quando você extrai a cortiça da árvore, ela é armazenada por 6 meses, ... em uma temperatura alta e fica

(...)

P2: vou fazer uma pergunta: a rolha que a gente usou vocês acreditam que seja de qual qualidade, que o pessoal tá explicando todo esse processo de fabricação.

A1: ao meu ver está na segunda ou terceira categoria

A3: pq quando a gente visualizou vários buraquinhos na rolha. Então é o que ele falou, essa rolha é uma rolha de segunda

A1: ela tem imperfeições

Podemos observar que a professora de Biologia tenta conectar o conhecimento do contexto de produção comercial da cortiça, abordado pelos alunos, à questão que foi proposta na prática experimental (exploração visual da natureza). Essa tentativa de articulação ocorre em diversos momentos pelos dois professores. A presença da dupla facilita esse processo, visto que ambos os professores trazem contribuições diversas para a sala de aula.

A4: Eu tb tive a impressão que ela era que nem isopor. Mas quando olhamos pela lupa, pareceu que ela era prensada. Parecia o farela da casca...por isso que seria mais fácil de cortar ou os espaços vazios. Depois que eu olhei no microscópio que eu vi que ela era mais porosa. E a gente até pesquisou sobre a composição dela, da matéria, do que ela seria formada, mas eu não lembro bem.

A5: Eu achei que ela tinha poro porque ela parecia um isopor, na hora que você olha no microscópio você fala, não é bem um poro

(...)

P1: Essa estrutura é similar aos outros aumentos? Que nós trabalhamos: ao olho nú, ao estereoscópio à lupa?

alunos: não

A6: da lupa eu vi a mesma coisa

A7: Do olho pra lupa não tem muita diferença não

P1: E o que que vcs viram?

A7: Eu vi essas...na lupa eu considereei como rachaduras

A6: eu projetei, como se fosse uma parede, entendeu, cheio de tijolinho. Como se fosse vários quadradinhos compondo um o outro. E talvez a gente tenha pensado em poros... Várias casinhas assim

Os alunos apresentam uma certa dificuldade para compreenderem suas dificuldades, mesmo assim a troca entre os estudantes e dos estudantes com os professores é ininterrupta.

Em alguns momentos da atividade, ocorrem fenômenos fortuitos, quando os alunos divergem do planejamento dos professores, porém trazem aspectos da práticas experimental que são negligenciados no planejamento. Nessa atividade apareceram dois marcantes, um relacionado a fenômenos óticos e um relacionados a transformações químicas, como seguem nos trechos abaixo.

A8: É tipo quando você usava o estereoscópio, quando a luz do equipamento estava acesa a gente via uma luz brilhando, e quando a gente apagava, sumia.

P1: Isso eu consigo explicar pra vocês. O que vocês viram, essa luminosidade que vocês vêem, isso não é uma propriedade da célula, é uma problema, uma questão ótica. A incidência da luz aí está sendo difratada, está sendo esparramada por alguma ...

A1: Irregularidade

A9: é, tinha o vidro, tem a água também. Então tinha três meios aí que tinha chance de refratar a luz.

P1: Assim, e essa luz bateu em algumas estruturas ali e ela não percorreu um caminho uniforme, e por algum evento probabilístico, ela sofreu reflexão que chegou mais forte no seu olho. Aquele pedacinho ali, do que os outros. Mas aquilo não é...

A1: um componente das células.

P1: Isso. Aquilo não é um componente das células. Isso que acontece na hora que você está utilizando uma iluminação muito intensa, precisa dar uma reduzida na luminosidade porque está prejudicando a visualização de pequenos detalhes. Então fica a dica pra todo mundo, quando usar o microscópio, aquele reflexo que você está vendo é sinal que você precisa diminuir a luminosidade.

Nesse momento, podemos observar que o professor explora o conceito da difração, trazido por um fenômeno observado pelos alunos, para discutir o próprio procedimento experimental realizado em sala de aula.

P1: É assim, da rolha é um negócio parecido também. Você está vendo a parede e o que tem dentro?

A9: Tem nada.

P1: Tem nada? Então é um buraco?

A1: Não. Não é buraco escuro não. é um resíduo que tem dentro, meio que, a célula tá morta.

P2: o que mata a célula?

(...)

A5: A suberina que é, tem tipo uma substância líquida que ela é a mesma coisa como se fosse derramada na parede celular pra tipo proteger a célula contra agentes patogênicos. e até mesmo ela chegam a impedir água e gases de chegarem até a célula. E aí ela mata, porque a célula precisa de água, e pra célula fazer os processos bioquímicos lá dentro.

P1: Uma coisa que me incomoda. O que tem lá dentro? O que tem dentro das células da rolha.

(...)

A9: o que ela falou ali.

(...)

P1: A palavra vazia ela não pode ser usada ali. Não pode estar vazio. Isso é uma coisa que vocês têm que ir atrás, vocês não estão com clareza nisso.

A10: é um lugar semelhante ao ar, seria?

P1: Eu não vou responder o que tem. Eu estou dizendo que alguma coisa tem que ter. Porque o vácuo não é.

A3: Ela é formada por uma colmeia de células preenchidas com gás semelhante ao ar e revestida majoritariamente por suberina e lignina.

P1: Ou seja, pesquisou. Isso é a cortiça.

A3: É a cortiça.

P1: Então, tá. Isso a gente consegue corrigir. Essas coisas é assim, conhecimento é isso. Falar que não tem nada é senso comum. Ah, morreu, então não tem nada. Como a estrutura se mantém?

A10: Não poderia ser por que decompôs as organelas?

P1: Então, é uma boa pergunta. Ele fez uma ótima pergunta e de cabeça eu não sei te responder.

A1: Ela entrou em decomposição.

P1: Você fez uma analogia que a gente costuma fazer que é assim. O que é decomposição? O que vocês entendem por decomposição?

A9: Decompor pode ser bactérias, pode ser que ela perde as ligações de hidrogênio, não tem mais energia pra fazer isso.

(...)

P1: Pra mim vocês estavam usando a palavra decomposição em um sentido mais amplo do que ela representa. Isso que a gente tá fazendo nós chamamos de dialética. É assim que você vai refinando a sua forma de conhecer.

P1: A primeira ideia que a gente estava era de que não tinha nada(...) Aí eu perguntei como se forma os gases, aí alguém falou de decomposição. A decomposição é um processo que depende da interação de micro-organismos

A9: Porque é uma informação errada.

A3: a gente substituiu a ideia de transformação só pq ele perdeu a vida.

A9: A intuição acabou fechando a nossa visão, porque tem a produção de gás nós já pensamos em decomposição.

Observa-se nessa segunda transcrição como o professor conduz os alunos de forma a colocarem em dúvida os conceitos sedimentados, como o de decomposição, que não era o objetivo da aula. A fala final transcrita vai de encontro à concepção de paradigma reducionista do conhecimento criticado por Morin (2007). Como os alunos estão imersos nesse paradigma, ao pensarem produção de gás eles intuitivamente pensaram em decomposição. Foi a partir da problematização levantada pelo professor que eles puderam reconstruir esse conhecimento.

Consideração

Apresentamos um episódio extenso escolhido para apresentar o que ocorreu numa aula regular significativa da disciplina e, partindo do episódio relatado, podemos considerar que a mediação dos professores em uma perspectiva interdisciplinar é um desafio que exige deles um olhar atento para as oportunidades vindas das contribuições contextualizadas e inesperadas dos alunos e o compromisso com a reelaboração do conhecimento, considerando uma abordagem mais contextualizada e globalizada em torno do fenômeno apresentado. Outros momentos repetem esse avanço na construção de conhecimento confirmam essa análise e deverão ser objeto de um artigo mais completo a publicar.

A organização de um espaço e tempo dedicados a práticas interdisciplinares permite abordar conhecimentos contextualizados com a realidade dos alunos. O planejamento da aula, que abordava aspectos de ótica, biologia celular e botânica também propiciou a discussão de outros conceitos científicos que não estavam previstos inicialmente para serem abordados, como: a difração e a reação de decomposição, que surgiram a partir da discussão entre equipes na sala de aula.

Outro momento importante nesse processo foi o confronto entre modelos construídos pelos alunos. Muitos modelos em ciência são abordados na educação básica sem que o aluno realmente desenvolva os conceitos científicos que os

compõem, com compreensão adequada.

Vygotsky (1998, p. 94), ao estudar o desenvolvimento conceitual na criança, aponta que adultos, frequentemente podem desviar-se do pensamento conceitual para o pensamento concreto denominado pseudonconceito. Esse pode ser consequência de uma apresentação que foi sistematizada pelo professor e depois passou para um nível mais elementar e concreto (idem, p. 135).

Assim, ao observar a célula vegetal no microscópio, os alunos tentam descrevem o núcleo, mesmo que não seja possível sua visualização, pois já tinham aprendido em momentos anteriores um modelo celular, que não correspondeu à realidade concreta observada. Também houve um confronto parecido durante a discussão sobre o estado "morto" da cortiça. Os alunos já tinham o conceito científico sistematizado da cortiça, porém precisaram ampliar esse conceito para entender um processo vivo inerente aos seres vivos. Esse momento trouxe um fenômeno fortuito, que foi a discussão sobre a decomposição, outro pseudoconceito relacionado à experiência escolar dos alunos, definida pelo aluno no diálogo como intuição.

É preciso salientar que nessa turma haviam alguns alunos técnicos em química e isso talvez explique em parte a redução do processo de decomposição a uma reação química, sem qualquer fator biológico. Nesse ponto, podemos perceber o quanto a abordagem de um fenômeno a partir da complexidade pode enriquecer a formação dos alunos. A complexidade exigida pelos conceitos científicos não permite que um professor fique limitado à sua especialidade, é necessário que ele consiga dialogar com outros conhecimentos.

Nossas considerações sobre este trabalho apontam que o desenvolvimento de práticas interdisciplinares em sala de aula pode estimular a abordagem de temas complexos pelos professores, contextualizando a realidade a partir da exploração de fenômenos fortuitos que ocorrem no diálogo coletivo na sala de aula.

Referências

- MINAYO, M.C.S. (org.) et al. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. 21ed, Petrópolis - RJ: Vozes, 1994.
- MORIN, E. Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios. 4 ed, São Paulo: Cortez, 2007.
- TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. 17 ed, Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- VICENTE, E.R. Os fenômenos fortuitos e inesperados na sala de aula: Como tratá-los. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, p.28, 2018.
- YVOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem. 2 ed, São Paulo: Martins Fontes, 1998.

A FLUTUAÇÃO: UMA POSSIBILIDADE DE APROXIMAÇÃO ENTRE A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E OS DIREITOS HUMANOS

THE FLOTATION: A POSSIBILITY OF BRINGING SCIENCE EDUCATION AND HUMAN RIGHTS CLOSER TOGETHER

**Armando Gil Ferreira dos Santos¹, Gloria Regina Pessoa Campello Queiroz²,
Patrícia Domingos³**

¹CEFET-RJ/PPCTE/DIPPG/gilarm@gmail.com

²UERJ-IF/CEFET-RJ/gloriapcq@gmail.com

³UERJ-IBRAG/DBV/patvitesse@gmail.com

Resumo

Os debates e pesquisas na formação de professores têm como um dos grandes desafios, repensar as práticas e políticas nos cursos de licenciatura que possibilitem assegurar o compromisso social dos futuros docentes. Esta investigação é um estudo de caso sobre a educação para os direitos humanos que se destaca nas aulas de uma disciplina de Estudos e Desenvolvimento de Projetos a partir de um recorte interdisciplinar a respeito da flutuação para a vida. Para auxiliar na compreensão dos conceitos neste trabalho buscamos dialogar com alguns autores como: Cortina, Roth & Tobin, Engeström e Bakhtin. Os nossos sujeitos de pesquisa na modalidade codocência são duas professoras de diferentes áreas do conhecimento, sendo uma da Física e a outra da Biologia e doze licenciandos dos cursos de Física, Biologia e Pedagogia compartilhados no laboratório interdisciplinar como espaço de formação inicial. Utilizamos a videogravação das aulas como percurso metodológico e com o olhar discursivo, aproveitamos a riqueza dos enunciados e as relações dialógicas entre os atores sociais inseridos neste contexto de atividade humana para reconhecermos as suas contribuições que poderão transformar as concepções dos licenciandos sobre o direito à vida saudável. Este trabalho aponta para a necessidade de abandonarmos construções curriculares exclusivamente disciplinares, indo em direção a temas que aproximem a educação em ciências e os Direitos Humanos, conforme os resultados alcançados e evidenciados nos discursos dos licenciandos com a aprendizagem expansiva, preparando-os para atuarem em coletivos e redes sob a ótica da ética cordial.

Palavras-chave: Formação de professores, codocência, aprendizagem expansiva, direitos humanos, diálogos interdisciplinares

Abstract

One of the major challenges in teacher training is to rethink practices and policies in undergraduate courses to ensure the social commitment of future teachers. This research is a case study of human rights education that stands out in the classes of a discipline of Studies and Project Development from an interdisciplinary cutout regarding fluctuation for life. To help us understand the concepts in this work, we sought dialogue with some authors such as: Cortina, Roth & Tobin, Engeström and

Bakhtin. Our research subjects in the coteaching modality are two teachers from different areas of knowledge, one of Physics and the other of Biology, and twelve students from the Physics, Biology and Pedagogy courses shared in the interdisciplinary laboratory as a space for initial training. We use the video-recording of classes as a methodological route and with a discursive gaze, we take advantage of the richness of the statements and the dialogic relations between the social actors inserted in this context of human activity to recognize their contributions that may transform the conceptions of the students about the right to a healthy life. This work points to the need to abandon curricular constructions exclusively disciplinary, going towards themes that approximate education in sciences and Human Rights, according to the results evidenced and reached with the expansive learning, through the approaches on the nature of the interdisciplinary science and the cordial ethics.

Keywords: Teacher training, coteaching, expansive learning, human rights, interdisciplinary dialogues.

A formação de professores diante de desafios socioculturais

Nos últimos anos tem sido frequentemente discutido o papel da pesquisa na formação de professores, suas relações com o ensino e o compromisso com a responsabilidade social de futuros docentes. Quando pensamos na formação profissional docente, associamos as adversidades de uma sociedade com desafios socioculturais à exigência de processos de construção e reconstrução do conhecimento dos indivíduos para lidar com questões sobre cidadania, valores de justiça, desigualdade social e a educação para os direitos humanos, entre elas a grande vulnerabilidade social de grande parte da nossa população. Estas questões estão “vivas” dentro das escolas e das universidades como uma pauta de necessidades para os cursos de licenciatura. Alguns pressupostos são apontados na literatura como uma maior valorização da educação no cenário social, pois:

há conhecimentos que estão na base de ações que podem trazer melhores condições de acesso a bens sociais valorizados, conhecimentos que são relevantes socialmente e que têm conotações específicas em ambientes diversificados. Nesse âmbito entram em jogo os processos educacionais, lembrando que não se trata apenas e estritamente de conhecimento advindo das ciências ou de conhecimento instrumental, mas de um conjunto mais amplo de meios de construção de compreensões que possibilitam viver melhor (GATTI, p.165, 2016).

Considerar a diversidade de condições nos níveis cognitivos, culturais, econômicos, individuais e sociais, não implica em engessar a formação do profissional docente sob a forma de currículos rígidos, mas em construir nos cursos de licenciatura que se propõem desenvolver tal formação, os meios para oportunizar um conjunto de ações para o desenvolvimento de habilidades com nível adequado para sua futura atuação profissional. Diante da ciência no contexto educacional, temos a seguinte pergunta: quais são as possibilidades de enfrentar desafios da educação em ciências para a formação de professores voltada para as questões de vulnerabilidade social e violação dos Direitos Humanos, tão presentes no sofrimento das crianças e adolescentes em seus contextos sociais?

Apresentamos neste trabalho uma ação docente em busca de um tratamento complexo para problemas socioambientais de relevância atual, buscando avançar em relação a abordagens didáticas reducionistas, fragmentadas e encapsuladas

(ENGESTRÖM, 2002). Cabe aqui comentar que abordagens orientadas para uma simplificação do conhecimento científico, que conduzem a explicações superficiais ou equivocadas, representam a fragilização da ciência e seu ensino.

Aos ataques à ciência, a ética da razão humana na formação de professores

Vivemos um momento político brasileiro de instabilidade institucional e de direitos humanos em que a ciência vem passando por situações das mais angustiantes, fraturantes e degradantes da nossa história. Frigotto, em entrevista a Severo (2019), considera que este momento é uma regressão do ponto de vista do conhecimento e do ponto de vista da cidadania. Sabemos que pesquisas são fundamentais para o país avançar em direção ao desenvolvimento econômico, com inclusão social, respeito aos direitos humanos e sustentabilidade ambiental. Para Frigotto em palestra¹, a saída nossa não é outra se não a resistência ativa, uma resistência em que a nossa visão não é o ódio, é o diálogo, o debate, o contraponto, e implica a busca da unidade e da institucionalidade. A temeridade em negar evidências científicas na definição de políticas públicas coloca o ato de lutar pela ciência como um dever de todos os cientistas/educadores.

Assim, diante da possibilidade de um cenário futuro mais pessimista, também no contexto da formação de professores, a hora não é para se abater ou desistir. Estas questões nos colocam inseguranças para elaborarmos intenções na construção do projeto de vida em sociedade mas, por outro lado, possibilitam e nos provocam a estabelecer mecanismos de resistência que denunciam e anunciam as deformidades constituídas pela conjuntura política e histórica do nosso país, por meio da cibercultura, dos movimentos sociais e da imprensa séria. Ainda bem que as vozes dos aliados da ciência não foram silenciadas impositivamente. O debate público continua e a proposta deste trabalho é que a escola dele participe.

O Ensino e Desenvolvimento de Projetos e os Direitos Humanos

Aproveitando a oportunidade que essas questões tão urgentes e resultantes do nosso momento histórico nos colocam, aumentamos o volume das nossas vozes para apresentarmos este trabalho direcionado a todos, sem exceção. Ele é uma das peças fundamentais do quebra-cabeça de uma disciplina chamada Ensino e Desenvolvimento de Projetos (EDP), oferecida por um Instituto de Física de uma universidade pública do Rio de Janeiro, como oportunidade para integrar licenciandos de Física, Biologia e Pedagogia e ministrada na perspectiva da codocência² por duas formadoras, uma de Física e a outra de Biologia, tendo como foco a aprendizagem expansiva³ para o ensino de ciências.

¹ O acesso à palestra de Frigotto (2019) se dá pelo portal: <http://sinprominas.org.br/noticias/a-educacao-brasileira-esta-cercada-critica-gaudencia-frigotto/>

² A codocência fundamentada por Roth e Tobin (2004, 2005) ocorre quando dois ou mais professores ensinam juntos e contribuem para a responsabilidade coletiva que também inclui os alunos, pelos planos, metas, aprovação e resultados com a avaliação.

³ A teoria da aprendizagem expansiva apresentada por Engeström (2016) enfoca os processos de aprendizado nos quais o próprio sujeito da aprendizagem é transformado de indivíduo isolado em

A junção dos três cursos de licenciatura potencializa o diálogo entre as áreas humana – Pedagogia - e das ciências da natureza – Física e Biologia. Por que incluir a Pedagogia na formação de professores de Ciências? O curso de graduação em Pedagogia tem como objetivo formar professores para os anos iniciais do ensino fundamental de crianças, jovens e adultos, com atenção para a inclusão de alunos portadores de necessidades educativas especiais. Além disso, o estudante de Pedagogia deve ter o interesse pela pesquisa, por problemas educacionais, científicos e culturais. Portanto, a manutenção contínua de um canal de formação para o ensino de ciências entre os Institutos de Física e Biologia e a Faculdade de Educação propicia caminhos prolíferos para interação e desenvolvimento de projetos. Tal aproximação tem sido feita por meio da disciplina EDP (SANTOS et al, 2019, QUEIROZ; DOMINGOS, 2017), entre outras iniciativas de colaboração promovidas pelo projeto LIFE⁴, estabelecido em nossa universidade desde 2013.

Os temas explorados e espiralados nesta disciplina possuem quatro vertentes sustentadas por diálogos interdisciplinares: *Consciência Planetária*, *Condições para a Vida na Terra*, *Processos Fundamentais para a Vida Complexa* e *Educação para os Direitos Humanos*. Olhar as formas de quebrar o isolamento disciplinar no curso de licenciatura possibilita problematizações para projetos e pesquisas. Diante da necessidade de romper com os “prelúdios” e imediatamente deslocar-se para a objetividade sem precedentes na formação disciplinar, à qual os licenciandos foram submetidos ao longo do curso de graduação, a interdisciplinaridade se constitui como uma estratégia essencial para dar conta da complexidade do conhecimento e para lidar com as mais variadas dificuldades que emergem no processo do ensinar e do aprender. A perspectiva de que qualquer indivíduo tem a capacidade de aprender, permeada pela experiência, a partir das condições oferecidas ou disponíveis, nos permite perceber que a formação é um processo que envolve o desenvolvimento de aspectos cognitivos, socioculturais e afetivos na construção ampla, dinâmica e contínua, tanto para o aluno quanto para o professor, constituídos como atores sociais deste processo.

O reconhecimento e a relevância do planeta, enquanto local de convivência, nos responsabiliza politicamente ou pelo menos deveria, e nos compromete incondicionalmente pela ética, às ações de preservação, sustentabilidade e pelas buscas incessantes da qualidade de vida e do ambiente saudável para todos os seres, independentemente da sua natureza. Nesta perspectiva, na busca por uma educação brasileira empenhada com a formação de sujeitos de direito, concordamos com Candau (2012) quando defende a educação em direitos humanos como um componente do direito à educação e elemento fundamental de sua qualidade, articulada entre direitos da igualdade e direitos da diferença, como uma exigência do momento atual. Buscamos ainda o pensamento de Cortina (2007) que nos aponta a necessidade de pensarmos sobre um novo cenário de ética cidadã, aquela que ultrapassa os limites de uma ética constituída puramente a partir da razão processual, para uma ética de razão humana integral, por ela denominada *razão cordial*. Para Cortina, a ética da razão cordial é uma autêntica comunicação – entendimento comum e um sentir comum; estrutura cognitiva somada a uma estima de valores;

coletivos e redes. À medida em que mais atores se juntam, uma análise colaborativa e a modelagem da zona de desenvolvimento proximal são iniciadas e executadas.

⁴ Programa Laboratório Interdisciplinar para a Formação do Educador.

desenvolvimento de uma técnica de argumentação, sem deixar de lado uma sintonia com violações aos direitos humanos por meio de narrações, testemunhos, histórias de vida, levando assim em conta aspectos afetivos, estima, apreço, carinho e sentimento pela dor do outro.

Atualmente, temos os refugiados climáticos e de guerra como tristes exemplos para problematizarmos as questões sobre a necessidade de refletirmos sob os princípios da *ética cordial*, entre eles o empoderamento de sujeitos descuidados pelos governos em seus direitos. No Brasil, ampliamos a reflexão com exemplos sobre as manchas de petróleo que invadiram recentemente o nosso litoral, com consequências ambientais, econômicas e sociais às comunidades locais, devido às circunstâncias de um provável acidente com um petroleiro venezuelano “fantasma” que circulava pelos oceanos na tentativa de burlar o embargo do poder econômico norte americano. Essas e outras questões precisam urgentemente estar na pauta de discussão nos ambientes educacionais e assim a formação de professores eleva seu patamar na responsabilidade das licenciaturas.

Assim, com o olhar atento aos direitos à vida saudável, o fenômeno da flutuação emerge no cenário das discussões deste trabalho como disparador de interesses para explicar o protagonismo no planeta de um grupo de microrganismos, conhecido como fitoplâncton (QUEIROZ; DOMINGOS, 2017). Quais são as relações entre o fenômeno da flutuação do fitoplâncton e a garantia do direito ao ambiente saudável para uma sociedade mais cordial, justa, solidária e democrática?

Percurso metodológico

Este trabalho é parte de uma pesquisa de doutoramento em andamento que optou pela videogravação durante o ano de 2019 como estratégia para reunir os elementos emergentes em um conjunto de aulas da disciplina EDP, com a clareza que registros audiovisuais não são evidências do real; são produções quase tão subjetivas e pessoais quanto o diário de campo e isso deve ser levado em conta no momento da análise.

O conjunto de informações obtidas a partir da videogravação das aulas sobre fitoplâncton, flutuação dos corpos e direito a um ambiente saudável gerou dados que possibilitaram a elaboração de textos no formato de enunciados narrando as histórias de quatro encontros entre as professoras formadoras (uma de Biologia, BIO e outra de Física, FIS) e a turma heterogênea de licenciandos (5 de Biologia, 4 de Física e 6 de Pedagogia nominados B1...; F1...; P1...), totalizando 12 horas no campo.

A abordagem dialógica nas aulas visa aprendizagens expansivas que transformam indivíduos isolados em seres que encontram sentido nas explicações da ciência e se tornam capazes de agir coletivamente em busca de justiça social. As análises aqui realizadas encontram sustentação em BAKTHIN (2009), para quem “cada enunciado é um elo na corrente complexamente organizada de outros enunciados”.

Os enunciados como um conjunto de sentidos

A partir das imagens nos slides que mostravam as dimensões de uma colorida e bonita variedade de fitoplâncton com cadeias formadas por várias e variadas células,

as professoras BIO e FIS abriram uma série de discussões com os alunos sobre as características, movimentação e sensibilidade aos fenômenos luminosos e magnéticos mais intensos desta forma de vida aquática. O recorte das docentes nesse momento foi mostrar inúmeros formatos dos micro-organismos apresentados, destacando a presença de óleos graxos no interior das células que ao mesmo tempo que servem como reserva de energia, facilitam a flutuação e possibilitam a produção de oxigênio via fotossíntese. Neste momento, a professora BIO pergunta para os alunos:

- O que isso tem a ver com a flutuação?

Aproveitando a oportunidade, a professora FIS retomou sucintamente a ideia de líquidos que não se misturam, como o óleo e a água. Instantaneamente, os alunos associaram os conceitos de empuxo e densidade com as características relacionadas à flutuação destes micro-organismos na zona eufótica da coluna d'água dos oceanos. A Matemática foi então trazida de forma explícita, na forma de uma equação, apresentada em um slide no qual havia elementos que puderam evidenciar ações de complementaridade de ambas áreas do conhecimento: de um lado, a Física apropriando-se de uma equação matemática (equação de Stokes⁵) para calcular a velocidade de sedimentação de uma partícula esférica e do outro lado a Biologia acrescentando um fator empírico ϕ , relativo à forma dos micro-organismos, como variável importante no valor da velocidade com que eles caem e se sedimentam no solo: quanto mais a forma se afasta da forma esférica, simétrica, maior o fator ϕ e menor a velocidade de sedimentação, melhorando a flutuação na zona eufótica.

Curiosamente, o aluno B₁ elabora discretamente um questionamento para FIS, denotando uma aprendizagem expansiva:

- É incrível! Como o fitoplâncton com dimensões microscópicas consegue realizar o fenômeno da flutuação a partir do empuxo e da densidade?

A fala deste aluno dá início a um diálogo entre os estudantes participantes, após insistentes perguntas das 2 professoras sobre o que era o mais incrível nesse conhecimento novo:

- Essa luta para a flutuação, para ficar lá em cima. (B4).

- As formas. Tem muitas formas, muitos seres diferentes fazendo a mesma coisa. (F2).

- Pelo que foi entendido, é de onde se origina o Oxigênio, através da luta pela flutuação. (P1)

⁵ A velocidade de sedimentação de espécies de algas através de um meio fluido pode ser descrita pela equação de Stokes modificada: $v_s = \frac{2g(d^2)(\rho - \rho_f)}{9\eta\phi}$. Onde: v_s (m.s⁻¹) é a velocidade de

sedimentação, g (m s⁻²) é a aceleração gravitacional, d (m) é o diâmetro de uma esfera de volume idêntico ao da alga, ρ é a densidade específica da alga que está sedimentando (kg m⁻³), ρ_f é a densidade do meio fluido (kg m⁻³), η é a viscosidade do meio (kg m⁻¹ s⁻¹) e ϕ é o fator da resistência pela forma à sedimentação. Este é um número adimensional que expressa o fator pelo qual a velocidade de sedimentação de uma partícula qualquer difere da de uma esfera de volume e densidade idênticos (PADISÁK et al. 2003).

- *Eu acho bem interessante saber que a gente tem micro-organismos trabalhando para que o Ecossistema funcione. Mas, é um pouco complexo para eu entender, também. Mas, está fluindo.* (P1).

Demonstrando de acordo com os estudantes, FIS acrescenta:

- *Exatamente. É isso que é o incrível: que seres tão pequenininhos sejam responsáveis pela nossa vida, nós que somos tão maiores. Então, a gente depende disso. E, por isso, poluir isso, é....* (FIS).

O questionamento de B₁ permitiu ainda às formadoras cogitarem possibilidades de mais um conhecimento interdisciplinar a ser pesquisado, o da existência de uma outra força neste sistema, capaz de auxiliar o mecanismo que sustenta o fenômeno da flutuação dos micro-organismos.

Evidenciando co-aprendizagem entre FIS e BIO durante o planejamento anterior à aula, FIS disse 'delicadamente': *a Biologia foi lá e consertou a fórmula da Física*, mostrando para os alunos a inserção de um fator chamado coeficiente ϕ de resistência pela forma que evidencia a existência de algumas formas que têm mais ou menos facilidade de sedimentação (afundamento).

A interdisciplinaridade na construção do conhecimento científico em questão levou à reflexão sobre a natureza da ciência, tendo a professora FIS discutido com o grupo de alunos uma recorrente questão sobre a Natureza da Ciência (CHALMERS, 1993).

- *O que vem primeiro: a teoria ou a observação?* (FIS)

Em seguida FIS relata algumas pesquisas de Biologia comportamental animal que se apropriaram de metodologias que utilizam a modelagem matemática feita previamente à empiria, relatando que, antes de ir a campo os cientistas elaboram equações diferenciais teóricas envolvendo os elementos conhecidos como favoráveis e/ou desfavoráveis à procriação de determinados grupos de animais.

Na sequência da aula, aproximando o ensino de ciências aos direitos humanos BIO questiona os alunos:

- *Que relações, que pontes, a gente consegue estabelecer entre essa vida microscópica e o direito de um ambiente saudável, íntegro?*

Neste momento a aula se volta à problematização da diferença do tratamento das águas oferecido a populações economicamente diferenciadas e dialoga com o direito ao ambiente saudável, considerado internacionalmente no âmbito dos Direitos Humanos. Sustentamos com este trabalho que na formação de professores seja possível articular as epistemologias das diferentes ciências envolvidas e a didática para que tenhamos a teoria e prática como uma unidade intrínseca de ensino e pesquisa sobre questões relacionadas à Natureza da Ciência que incluem os direitos humanos, em prol de mais justiça social.

Considerações

Mostramos neste trabalho, a partir da codocência e do diálogo como geradores de compreensões conceituais e atitudinais que é possível pensar na educação em ciências que desejamos nas escolas, uma ciência impregnada de um conjunto de saberes construídos culturalmente por atores sociais inseridos no contexto histórico atual de crise socioambiental. Neste trabalho e na tese em andamento trazemos

evidências de que os sujeitos em formação puderam se situar criticamente e com autonomia para enfrentar problemas atuais, como: meio ambiente, diferenças sociais e direitos à vida saudável.

A aprendizagem expansiva se fez efetiva ao promovermos a interação de alunos das ciências humanas e das ciências da natureza em torno de questões e temas interdisciplinares, delineando um caminho para o empoderamento dos sujeitos, a partir do conhecimento construído, favorecido pela ação pedagógica realizada. Nesta aprendizagem não encapsulada ⁶, os alunos demonstraram um desenvolvimento conceitual e atitudinal tendo a vida como foco, caracterizando uma aprendizagem expansiva.

O conjunto de elementos fornecidos por essa pesquisa permite que os sujeitos formadores e formandos possam continuar a dialogar sobre o tema e pensar criticamente nas possibilidades da luta pela garantia de uma sociedade mais justa.

Referências

BAKTHIN, M. (Volochínov). *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 13ª Ed. São Paulo: Hucitec, 2009.

CANDAU, V. M. F. (2012). Direito à educação, diversidade e educação em direitos humanos. *Educação & Sociedade*, 33(120), 715-726.

CHALMERS, Alan Francis; FIKER, Raul. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.

CORTINA, A. *Ética de la razón cordial: Educar em la cidadania em el siglo XXI*. Llanera (Asturias), Ediciones Nobel. 2007.

ENGESTRÖM, Y. *Aprendizagem expansiva*. 2ª Edição – Campinas, SP: Pontes Editores, 2016.

ENGESTRÖM, Yrjö. *Non scolae sed vitae discimus: Como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. Uma introdução a Vygotsky*. São Paulo: Loyola, v. 987, 2002.

GATTI, B. A. Formação de professores: condições e problemas atuais. *Revista internacional de formação de professores*, v. 1, n. 2, p. 161-171, 2016.

QUEIROZ, G. R. P. C.; DOMINGOS, P. Flutuação dos corpos e a vida. In: Sílvia Nascimento e Mara Regina Batista. (Org.). *Interdisciplinaridade para além da sala de aula*. Belo Horizonte: ROLIMÃ, v. único, p. 39-57, 2017.

PADISÁK, J.; SORÓCZKI-PINTÉR, É.; REZNER, Z. Sinking properties of some phytoplankton shapes and the relation of form resistance to morphological diversity of plankton—an experimental study. In: *Aquatic biodiversity*. Springer, Dordrecht, p. 243-257, 2003.

ROTH, W.M., TOBIN K.G. From praxis to theory. *Teachers and Teaching*, 10 (2), p. 161-180, 2004.

⁶ Engeström (2002) chamou de encapsulamento da aprendizagem escolar a “descontinuidade entre a aprendizagem na escola e a cognição fora da escola” (p.175).

ROTH, W.M.; TOBIN, K.G. Teaching together, learning together. Peter Lang, 2005.

SANTOS A.G.F., QUEIROZ G.R.P.C, DOMINGOS P., CATARINO G.F.C. A formação de professores de ciências na perspectiva interdisciplinar sobre a flutuação para vida no planeta: pelos caminhos da codocência. Ensaio: Pesquisa em Educação (online), v.21, p.1/1983-2117-20, 2019.

SEVERO, R., FRIGOTTO G.: um diálogo sobre o contexto político e educacional brasileiro. Conjectura: Filos. Educ., Caxias do Sul, RS, Ahead of Print, v. 24, e019021, 2019.

PLURALIDADE DE CONTEXTOS NO ENSINO DE FÍSICA: TRAJETÓRIAS E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOCENTE

PLURALITY OF CONTEXTS IN PHYSICS TEACHING: TRAJECTORIES AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF TEACHERS

Wilson Elmer Nascimento¹, Elisabeth Barolli²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Departamento de Práticas Educacionais e Currículo,
wilson-elmer@hotmail.com

²Universidade Estadual de Campinas/Departamento de Ensino e Práticas Educacionais,
ebarolli@unicamp.br

Resumo

Dada a importância de se compreender os condicionantes contextuais que influenciam as práticas docentes, neste trabalho buscamos investigar as trajetórias, consideradas bem sucedidas, de professoras de Física em termos de processos de desenvolvimento profissional. Consideramos as trajetórias dessas professoras bem sucedidas no sentido da permanência na carreira, do contínuo aperfeiçoamento na profissão e a satisfação pessoal com a prática docente. A partir de entrevistas semiestruturadas, organizamos o campo de análise reconstruindo as trajetórias de duas professoras de Física do ensino básico, articulando os aspectos que compuseram suas vivências em diferentes contextos. Essas trajetórias foram analisadas tendo como referência as dimensões do desenvolvimento profissional de professores de Ciências. Nossos resultados evidenciaram o desenvolvimento profissional dessas professoras em algumas dimensões, tais como: atualização nos conhecimentos científicos e pedagógicos, organização e condução do ensino, sustentação da aprendizagem dos alunos e planejamento da carreira profissional. Concluímos que a análise de trajetórias docentes se torna mais efetiva por oferecer uma visão mais pormenorizada e orgânica sobre a formação de professores, expressando, assim, a importância e necessidade do professor vivenciar uma diversidade de contextos para sua formação.

Palavras-chave: Desenvolvimento profissional docente, professores de física, trajetórias, contextos.

Abstract

Given the importance of understanding the contextual conditions that influence teaching practices, in this work we seek to investigate the trajectories, considered successful, of physics teachers in terms of professional development processes. We consider the trajectories of these successful teachers in terms of permanence in their careers, continuous improvement in the profession and personal satisfaction with teaching practice. From semi-structured interviews, we organized the field of analysis by reconstructing the trajectories of two physics teachers in basic education, articulating the aspects that composed their experiences in different contexts. These trajectories were analyzed with reference to the dimensions of the professional

development of science teachers. Our results showed the professional development of these teachers in some dimensions, such as: updating scientific and pedagogical knowledge, organization and conduct of teaching, support for student learning and professional career planning. We conclude that the analysis of teaching trajectories becomes more effective because it offers a more detailed and organic view on teacher education, thus expressing the importance and need for teachers to experience a diversity of contexts for their education.

Keywords: Teacher professional development, physics teachers, trajectories, contexts.

Considerações introdutórias

Diversas pesquisas (DAY, 2001; VILLEGAS-REIMERS, 2003; MARCELO, 2009; BAROLLI et al., 2019) têm colocado em discussão as condições contextuais propícias para o desenvolvimento profissional, inclusive na perspectiva de desenvolver estratégias que possam favorecer a formação contínua dos professores das mais diversas áreas, incluindo a área de Ensino de Ciências e de Matemática. De modo geral, o conceito de desenvolvimento profissional docente, tem como pressuposto, uma abordagem formativa que leva em conta seus aspectos contextuais, organizacionais e que sejam orientados para a transformação do professor ao longo do tempo (MARCELO, 2009).

Em nossa concepção o desenvolvimento profissional docente “ocorre ao longo do tempo, e não em momentos isolados, e o aprendizado ativo requer oportunidades de conectar conhecimentos anteriores aos novos” (COCHRAN-SMITH-LYTLE, 1999, p. 7).

Neste trabalho, nosso objetivo foi investigar trajetórias, consideradas bem sucedidas, de professoras de Física do ensino básico. Consideramos as trajetórias dessas professoras bem sucedidas no sentido da permanência na carreira, do contínuo aperfeiçoamento na profissão e a satisfação pessoal com a prática docente. A possibilidade de compreender os condicionantes que concorrem e influenciam as trajetórias das professoras, torna-se mais efetiva por oferecer uma visão pormenorizada e orgânica sobre seus processos de desenvolvimento profissional.

Desenvolvimento profissional de professores de Física

No âmbito da Educação em Ciências, Barolli e colaboradores (2019) partem de uma compreensão de desenvolvimento profissional docente como um processo no qual a produção de novos saberes e conhecimentos se efetiva por meio do diálogo com interlocutores que configuram a atividade docente: a academia, a escola e a sociedade. Fundamentados nesses diálogos, os autores elaboraram um esquema de análise com o potencial de caracterizar o desenvolvimento profissional de professores de Ciências por meio de um conjunto de dimensões. Assim, partem da premissa de que, na medida em que os professores se desenvolvessem no âmbito dessas dimensões, seriam contemplados os diferentes saberes, conhecimentos e competências próprias da profissão docente (SHULMAN, 1987; PERRENOUD, 2000; DAY, 2001; TARDIF, 2002; VILLEGAS-REIMERS, 2003).

O diálogo com a academia representa a possibilidade do professor ampliar e aprofundar seus saberes de natureza científica e pedagógica, por meio de cursos de

extensão ou de pós-graduação, de parcerias universidade-escola etc. É por meio desse diálogo que o professor teria a oportunidade de se desenvolver em duas dimensões: **atualização nos conhecimentos científicos** e **atualização nos conhecimentos pedagógicos**. Aprendizagens dessas naturezas podem impactar a maneira pela qual os professores conduzem suas práticas pedagógicas, o que implica em duas outras dimensões: **organização e condução do ensino** e **sustentação da aprendizagem dos alunos**. O desenvolvimento dos professores nessas duas últimas dimensões também pode ser alcançado no âmbito de processos colaborativos realizados na escola. Assim, o diálogo com a escola implica também em outra dimensão, qual seja, **participação na gestão escolar**, na medida em que a instituição escolar representa um espaço de troca de experiências e de organização das atividades promovidas pelos colegas e coordenadores da escola (BAROLLI et al., 2019).

Os autores discutem ainda, que para o professor que se encontra em exercício os diálogos com a escola e com a academia criam oportunidades para a inquirição da própria prática na medida em que se configuram como instâncias privilegiadas de interlocução permitindo um processo de revisão e reflexão da prática. Essa interlocução pode criar condições para o desenvolvimento em outra dimensão, definida como **investigação da própria prática**. Os autores ainda consideram o fato de que o processo de desenvolvimento profissional também está articulado ao diálogo com a sociedade. Isto é, esse diálogo representa a escuta que o professor faz, bem como seu posicionamento, frente às iniciativas promovidas pelas autoridades educacionais e cíveis, e pelas instituições que promovem a justiça social. Compatível com essa perspectiva definiram a dimensão **participação na responsabilidade social**. Transversal a esses diálogos, e basilar no esquema de análise, os autores definem, ainda, uma última dimensão, denominada **planejamento da carreira profissional**.

A proposição dessas dimensões fundamentadas com base nos diálogos com os interlocutores representa, por um lado, uma forma de tornar ainda mais evidente a complexidade do ofício docente e, por outro, uma tentativa de contribuir para o campo da formação de professores de modo a perscrutá-lo a partir de determinado ponto de vista.

Considerações metodológicas

A perspectiva metodológica desta investigação segue os preceitos da abordagem qualitativa em pesquisas em Educação. Todo o percurso metodológico foi orientado pelas abordagens interpretativas, privilegiando a compreensão dos fenômenos sociais a partir de um contato profundo com os sujeitos investigados (DENZIN; LINCOLN, 2006).

De modo a explicitar processos de desenvolvimento profissional docente, realizamos um conjunto de entrevistas semiestruturadas com duas professoras de Física, aqui denominadas: Fernanda e Sophia. Em média cada professora concedeu cerca de quatro horas de entrevistas, divididas em duas ou três sessões, em períodos diferentes, em função de suas disponibilidades. Em cada sessão foram focalizados diferentes aspectos, sendo a primeira direcionada à trajetória formativa e profissional, a segunda à trajetória pessoal e a terceira, quando necessária, se prestou a elucidar e aprofundar alguns aspectos discutidos nas duas outras sessões anteriores. Todas

as entrevistas foram gravadas em áudio, sendo em seguida transcritas, constituindo a base para o material empírico da presente investigação.

Para organizar o campo de análise reconstruímos as trajetórias profissionais das professoras articulando os aspectos que compuseram suas vivências em diferentes contextos. Como considera Vandenberg (2016, p. 101), contextos são como “uma espécie de conceito guarda-chuva, no entanto, abarca tudo com que os atores se deparam no seu ambiente e que impinge sobre suas ações no presente e a partir do exterior (classe, organizações, instituições etc)”.

Por meio da reconstrução dessas trajetórias, apresentadas a seguir, foi possível identificar a maneira pela qual as professoras foram alcançando ao longo do tempo aprendizagens que lhes permitiram desenvolver-se profissionalmente, tendo como referência o instrumento apresentado anteriormente (BAROLLI et al., 2019).

Resultados e discussão

Fernanda tinha 33 anos na época das entrevistas. Era solteira, residia com sua mãe e irmã em uma grande cidade brasileira e atuava como professora de Física em uma tradicional instituição federal de ensino. Possui formação superior em Letras (Espanhol), bacharelado e licenciatura em Física. Inicialmente atuou como professora de espanhol na rede municipal de ensino. Anos mais tarde passou a lecionar Física no contexto de uma escola pública vinculada à universidade (Escola de Aplicação). No que se refere aos estudos pós-graduados, Fernanda formou-se mestre em Ensino de Física (Mestrado Profissional - MP) e doutora em Ensino de Ciências, ambos os títulos alcançados em universidades públicas. Além disso, participou de inúmeras formações complementares, com destaque para a Escola de Física em Língua Portuguesa do CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear).

Sophia, por sua vez, tinha 59 anos e morava sozinha em uma grande cidade brasileira. Mãe de um filho e separada há muitos anos, era professora de Física da rede municipal de ensino. Formou-se em licenciatura em Física em uma universidade privada na década de 1980. Ao longo dos anos, atuou no magistério em diversas instituições de ensino, tais como escolas particulares, escolas públicas estaduais e municipais, cursinhos pré-vestibulares, cooperativas e no ensino público superior. Realizou uma especialização em Psicologia da Educação na modalidade à distância e titulouse mestre em Ensino de Física em um curso de Mestrado Profissional (MP). Na época das entrevistas encontrava-se cursando uma segunda graduação, em Astrofísica, também por uma universidade pública.

Essas duas professoras revelaram um contínuo investimento na aprendizagem da docência que lhes permitiu alcançar um percurso acadêmico e profissional de elevado sucesso. Todos os contextos formativos pelos quais passaram, em concomitância com suas práticas profissionais nas escolas em que atuaram, foram imprescindíveis para a **atualização nos conhecimentos científicos**.

No caso de Fernanda, especificamente, no que corresponde aos conhecimentos de Física, o MP, o doutorado e a Escola de Física no CERN foram preponderantes para o aprofundamento em temáticas específicas da área em que atua. No desenvolvimento de seu produto educacional, a relação de proximidade com o orientador especialista em Física Térmica proporcionou a Fernanda um aprimoramento e domínio desse conteúdo da Física. [...] *a minha monografia foi sobre dilatação térmica, meu mestrado [também] foi sobre dilatação térmica e outras coisas*

e o meu doutorado também foi com física térmica, [sempre com] esse professor (Fernanda). A empreitada no CERN permitiu que Fernanda entrasse em contato com o que havia de mais tecnológico e recente no que se refere a Física Contemporânea. Os cursos realizados nesse período e os posteriores estudos para o desenvolvimento de projetos favoreceram muitas aprendizagens sobre a Física de Partículas, bem como suas formas de ensinar. [...] tinha a possibilidade de me aproximar de um conteúdo de Física mais avançado para eu me apropriar, mas sempre pensando em como levá-lo para os alunos (Fernanda).

Para Sophia, a proximidade com a academia por meio do MPEF e posteriormente do curso de graduação em Astrofísica, contribuiu para sua atualização nos conhecimentos científicos. No primeiro pôde revisar e aprofundar áreas da física com as quais não tinha contato há muito tempo, como por exemplo Mecânica Quântica: *[...] porque eu já estava afastada há muito tempo e não lembrava de mais nada (Sophia). Sophia também recordou que no período do MP teve a oportunidade de, por meio de uma disciplina, aprender de forma mais significativa como os processos de construção dos conhecimentos em Física se deram ao longo da história. [...] a parte de história da Física também, com o professor [docente do MP], foi muito interessante, de como é que as coisas chegaram aqui, então isso eu pude aprender essa linha toda né, de como é que a Física foi se desenvolvendo (Sophia).*

No que se refere à dimensão **atualização nos conhecimentos pedagógicos**, os cursos de MP se constituíram, para as duas professoras, como os contextos mais ricos para que pudessem avançar na aprendizagem de saberes que compõem essa dimensão.

Fernanda considerou que foi fundamental a participação no MP para suprir o que ela considerava uma grande lacuna de sua licenciatura. Reconheceu que, em algumas disciplinas especializadas em Ensino de Física, pôde se aprofundar em conceitos oriundos das Ciências da Educação, bem como em aspectos relacionados à prática propriamente dita.

[...] por mais que eu faça todos os exercícios do livro eu acho que só com isso não vou conseguir chegar ao meu aluno com isso apenas. Preciso de mais. Não de mais conteúdo, mas de mais mecanismos, de mais elementos para elaborar como vou ensinar determinada coisa (Fernanda).

Além disso, a professora mostrou-se bastante atenta às oportunidades de se aprofundar ainda mais em conhecimentos pedagógicos, principalmente por meio de estudos acadêmicos realizados durante o doutorado.

De modo geral, Sophia percebeu um avanço em relação ao que praticava antes do curso de MP, início do período de intensa interlocução com a universidade. Na dimensão atualização nos conhecimentos pedagógicos atingiu outro patamar de desenvolvimento a partir do MP, onde, por meio das disciplinas e da elaboração da dissertação e do produto educacional, pôde aprofundar-se em conhecimentos curriculares na produção e análise de livros didáticos, na elaboração de recursos e materiais instrucionais e nos conhecimentos de teorias de aprendizagem. Essas vivências proporcionaram a Sophia certa expertise para assumir com mais propriedade as escolhas dos livros didáticos em sua escola, propondo inclusive, no âmbito de suas aulas, modificações pontuais nos conteúdos que seriam priorizados.

Era um modo de trabalhar e vamos embora. [...] Eu trabalhava com apostilas nas escolas. Eu reproduzia aquilo e pronto, enganava um pouco. [...] Então hoje, como o governo federal manda livros didáticos para as escolas, hoje eu

tenho condições de examinar um livro didático e ver o que é bom e o que não é. [...] O livro do primeiro ano tem um enfoque sobre energia muito interessante, muito legal (Sophia).

Tanto para Sophia, quanto para Fernanda, as condições contextuais dos cursos de MP, sobretudo no que se refere às disciplinas que abordavam conteúdos pedagógicos, constituíram-se dinamizadores para o desenvolvimento profissional nas dimensões **organização e condução do ensino e sustentação da aprendizagem dos alunos**. Os elementos apontados pelas professoras nos indicam que os cursos de MP em que participaram se constituíram como divisores de águas no que se refere a forma de ensinar Física, pois passaram a considerar em sua prática aquilo que os alunos já sabem, rompendo, inclusive com a rigidez na condução das aulas.

Nas nossas aulas se discutia que tínhamos que deixar o aluno falar, colocar propostas, atividades em que o aluno considere que está contribuindo. Esses eram discursos que surgiam durante o mestrado, apontando que os nossos alunos possuem ideias prévias que não podem ser desconsideradas. [...] Eu aprendi muito mais e tenho certeza de que minhas aulas são muito melhores por conta disso [...] (Fernanda).

Por que que os alunos não aprendiam? Esse foi o meu maior questionamento. E a conclusão que eu cheguei é de que eu estava muito engessada, a física estava muito engessada, muito ligada a matemática, em vez de conceitos físicos. Isso foi uma coisa que eu aprendi aqui [MP], eu aprendi novas tecnologias que podia usar. [...] Os ganhos que eu tive na minha vida profissional são enormes, hoje eu sou outra profissional [...]. Hoje eu já não aceito mais ficar engessada dentro de uma apostila. Hoje eu viajo aqui, para lá, puxo coisas. Hoje eu tenho coragem de afrontar esse roteiro, parar com essa rigidez (Sophia).

Fernanda reconheceu que os momentos em que as práticas dos professores cursistas eram colocadas como objetos de análise e reflexão, eram frutíferos para todos. Considerou, ainda que o diálogo com a academia oportunizava a constituição de um grupo colaborativo, mesmo que de forma pontual.

A passagem de Fernanda pela Escola de Aplicação também contribuiu para seu desenvolvimento profissional nas dimensões organização e condução do ensino e sustentação da aprendizagem dos alunos. Segundo ela, foi nesse contexto que aprendeu a ser professora de Física, iniciando um contínuo processo de reflexão da própria prática mediatizada pela interlocução com seus colegas de trabalho.

[...] se eu estou aqui hoje foi porque eu passei pela Escola de Aplicação, foi pelo que aprendi vendo meus colegas professores de física trabalhando. [...] Eu queria absorver aquelas pessoas porque elas tinham muito para me ensinar, daquele fazer, daquela escola, daquelas coisas (Fernanda).

Para Sophia, o desenvolvimento profissional nessas dimensões foi fundamental para superar as principais dificuldades em sala de aula, sobretudo aquelas concernentes à aprendizagem e à falta de estrutura física das escolas em que lecionava. *Eu sempre faço alguma experiência em aula. Principalmente demonstrações porque a gente nunca tem laboratório (Sophia).* Muito identificada com a escola pública, atuar em escolas municipais era um privilégio para Sophia, pois considerava que possuía muito mais autonomia em sala de aula. *Se eu quero ensinar um conceito de Física, eu tenho liberdade de fazer isso de várias maneiras e eu escolho a maneira que seja mais adequada a eles, a vivência deles, ao que eles têm hoje em dia (Sophia).*

Ficou patente na análise das trajetórias das professoras de Física o estabelecimento de metas profissionais e de estratégias para alcançá-las. Nesse sentido, podemos admitir que essas professoras também se desenvolveram na dimensão **planejamento da carreira profissional**. O que se nota é que cada passo dado por Fernanda foi cuidadosamente planejado, seja ao buscar por cursos de formação (licenciaturas, MP, CERN, doutorado) ou por suas escolhas profissionais (rede municipal e federal), sempre com a perspectiva de ascensão na carreira e, principalmente, satisfação pessoal. A trajetória docente de Sophia, revela que a professora se encontrava no momento mais fecundo de seu desenvolvimento profissional, haja vista que se sentia bastante satisfeita com seu contexto de trabalho. Os cursos de graduação e de pós graduação foram fundamentais para ela, pois com essas titulações conseguiram ter acesso a contextos de trabalho que ela própria considerava privilegiados. Esse desenvolvimento também se denota em seu investimento em outra graduação (Astrofísica), algo que acima de tudo lhe trouxe muita satisfação pessoal.

Considerações finais

Foi possível evidenciar neste trabalho que as professoras atuaram em diferentes contextos escolares, tais como em diferentes redes e níveis de ensino. A prática dessas professoras em diferentes contextos escolares lhes trouxe a oportunidade de articular as aprendizagens alcançadas no diálogo com a Academia. Desse modo, puderam exercitar práticas inovadoras de ensino por meio de estratégias e metodologias diversificadas, implementar estratégias didáticas problematizadoras que levassem em consideração as ideias prévias dos alunos, flexibilizar o planejamento e a condução das aulas, sustentar a prática com base na epistemologia da aprendizagem, entre outros.

O que se nota, portanto, é que essa variedade de condições contextuais, forneceu elementos para que essas professoras tivessem possibilidade de se desenvolver profissionalmente em diversas dimensões. Nesse, sentido, esse desenvolvimento profissional parece ter sido, nestes casos, consequência da diversidade, bem como do aproveitamento dos potenciais de quatro contextos de naturezas distintas, a saber: formação inicial (licenciatura em Física), pós-graduação (MP e doutorado), formação em serviço (prática profissional nas escolas) e cursos de atualização (outras licenciaturas e cursos).

A nosso ver, esses resultados indicam que o desenvolvimento profissional contínuo, diacrônico e contextual é fundamental para que os professores alcancem saberes múltiplos e competências adequadas para alcançarem o nível de profissionalização requerido para atuar em um mundo cada vez mais exigente e dinâmico. Embora neste trabalho tenhamos dado destaque às condições contextuais, faz-se necessário considerar a relevância que disposições, incorporadas ao longo da trajetória de vida dos professores certamente irão impactar o processo de desenvolvimento profissional, podendo ou não serem favoráveis a práticas e experiências de aprendizagem docente. Nossas considerações sugerem não só a complexidade dos processos de desenvolvimento profissional, mas também a importância dos cuidados a se tomar no desenho de contextos que têm como finalidade a formação continuada, ou mais especificamente o desenvolvimento profissional docente. Indicam, ainda, que esses contextos criem condições para que o professor possa se implicar com os saberes próprios da academia, com as diferentes

questões que atravessam a escola e as diversas atividades escolares, bem como com as questões que caracterizam o ofício do magistério no âmbito da sociedade, reconhecendo a escola como um equipamento social.

A literatura na área de formação de professores tem sido enfática no sentido de recomendar a necessidade da profissão docente estar continuamente em desenvolvimento. Entretanto, não temos muitos resultados que explicitem elementos de natureza empírica que tenham como desdobramento o desenvolvimento de saberes docentes específicos. Nossa experiência como pesquisadores e educadores da área de Ensino de Ciências, têm revelado que é possível alcançar um ganho significativo nessa perspectiva por meio da reconstrução das trajetórias de professores que têm se mantido na carreira sem renunciar à meta de favorecer a aprendizagem. Essas análises possibilitam um olhar diacrônico para as histórias dos professores e, ao mesmo tempo, atento aos condicionantes contextuais que mobilizam ou limitam as aprendizagens docentes.

Referências

- BAROLLI, Elisabeth.; NASCIMENTO, Wilson Elmer.; MAIA, Juliana de Oliveira.; VILLANI, Alberto. Desarrollo profesional de profesores de ciencias: dimensiones de análisis. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 18, n. 01, p. 173-197, 2019.
- COCHRAN-SMITH, Marilyn.; LYTLE, Susan Landy. Relationships of Knowledge and Practice: teacher learning in communities. **Review of Research in Education**, v. 24, p. 249–305, 1999.
- DAY, Christopher. **Desenvolvimento Profissional de Professores: os desafios da aprendizagem permanente**. Porto: Porto Editora, 2001.
- DENZIN, Norman Kent.; LINCOLN, Yvonna Sessions. **O Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Tradução: Sandra Regina Netz. Porto Alegre: Artmed, 2006. 432 p
- PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- MARCELO, Carlos. Desenvolvimento Profissional Docente: passado e futuro. **Sísifo – Revista de Ciências da Educação**, n. 8, p. 7-22, 2009.
- SHULMAN, Lee. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.
- TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- VANDENBERGHE, Frédéric. A sociologia na escala individual: Margaret Archer e Bernard Lahire. In: VANDENBERGHE, Frédéric.; VERAN, Jean-François (org.). **Além do habitus: teoria social pós-bourdiesiana**. 1. ed. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2016, p. 95-126.
- VILLEGAS-REIMERS, Eleonora. **Teacher professional development: an international review of the literature**. Paris: International Institute for Educational Planning, 2003. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001330/133010e.pdf>. Acesso em: 30 fev. 2020.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: FRAGMENTOS DE UMA FORMAÇÃO CONTINUADA

EXPERIMENTAL ACTIVITIES OF PHYSICS IN THE FINAL YEARS OF ELEMENTARY SCHOOL: FRAGMENTS OF A TEACHER'S CONTINUING EDUCATION PROJECT

Fernanda Teresa Moro¹, Maria Madalena Dullius²

¹Universidade do Vale do Taquari - Univates/ Doutoranda em Ensino/
fernanda.moro@universo.univates.br

² Universidade do Vale do Taquari - Univates/madalena@univates.br

Resumo

O ensino da Física, em especial nos anos finais do Ensino Fundamental, deve aproximar os estudantes dos conhecimentos que abordam os fenômenos físicos, partindo de situações que favoreçam as intervenções de ações e inferências em torno do objeto de estudo: um modelo de ensino que proporcione ao estudante movimentar-se nos caminhos entre o fazer e compreender. Este trabalho apresenta fragmentos de uma formação continuada envolvendo atividades experimentais voltadas à Física nos anos finais do Ensino Fundamental, que foi desenvolvida com professores de Ciências do município de Erechim, Rio Grande do Sul, parte do doutoramento da autora principal. A proposta contemplou a exploração e discussão de possibilidades de atividades experimentais, que abordem os conceitos de Física, propostos pela BNCC. Partindo de uma concepção construtivista, as atividades desenvolvidas permitem ao professor o uso de atividades experimentais e simulações computacionais, tanto para iniciar a explicação de um conteúdo, quanto para complementá-la. É nesse sentido que o trabalho com as atividades experimentais e simulações computacionais têm potencial de associação, rompendo com a visão de compartimentos fechados das disciplinas do currículo escolar. A formação continuada é tão importante quanto a formação inicial, pois permite o compartilhamento de experiências, construção e atualização dos saberes, assim potencializando a prática docente.

Palavras-chave: Formação continuada; Atividades experimentais; Ensino de Ciências; Ensino Fundamental; Ensino de Física.

Abstract

The teaching of Physics, especially in the final years of Elementary School, must approximate the students to the knowledge concerning physical phenomena, starting from situations that favor active interventions and interferences over the object of study - a teaching model which provides students with the opportunity of moving between the paths of doing and understanding. The present work exhibits fragments of a teacher's continuing education project involving experimental activities focused on the subject of Physics during the final years of Elementary School, which was developed with the participation of Science teachers from the municipality of Erechim, in the state of Rio Grande do Sul. Such work constitutes part of the Ph.D. research developed by

the main author. The proposal contemplated the exploration and the discussion over the possibilities of experimental activities that tackle the concepts of Physics proposed by BNCC. Based on a constructivist conception, the developed project allows the teacher to use experimental activities and computer simulations, so much as to start the explanation of contents as to complement it. It is in this sense that working with such experimental activities and computer simulations have the potential of generating an association between school subjects, breaking up with the view of isolated compartments of disciplines in the school curriculum. The continuing education of teachers is as important as their initial formation, since it allows sharing of experiences, building, and updating of knowledge, thus potentializing the teaching practice.

Keywords: Teacher's continuing education; Experimental activities; Teaching of Sciences; Elementary school; Physics teaching.

Introdução

A Física é uma ciência que permite o conhecimento das leis gerais da natureza que regem muitos dos fenômenos que ocorrem tanto no meio no qual o estudante está inserido, quanto no Universo ao qual pertence. Por que, então, muitas vezes, a forma como a Física é abordada nas escolas não está relacionada a essas situações vivenciais dos estudantes? Qual a importância dessa ciência para os seres humanos? Uma resposta sintética e sucinta para tal questão é quase impossível, devido à importância da Física no cotidiano.

A Física, de um modo especial, precisa deixar de ser trabalhada apenas de forma teórica, em que o aluno apenas seja um receptor de conteúdos que são por ele memorizados. Faz-se necessário um ensino de Ciências que permita ao estudante fazer explorações e investigações e dentre as possibilidades de atividades que permitem a exploração por parte dos estudantes estão as atividades experimentais e as simulações computacionais. Pena e Filho (2009) destacam que, em contato com professores em exercício, foi possível constatar que propostas envolvendo a experimentação ainda se encontram distantes dos trabalhos realizados em grande parte das escolas, indicando a necessidade de realização de novos estudos que visem a melhorar as articulações e propiciar um aprofundamento das discussões dessa temática, buscando a efetiva implementação dessas propostas nos diversos ambientes escolares.

Ao analisar o ensino de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental desenvolvido de forma teórica, que se perpetua do mesmo modo ao longo do Ensino Médio (RICARDO; FREIRE, 2007), pensa-se em possibilidades que permitam modificar esse cenário. Uma dessas propostas, acredita-se, está vinculada com a formação continuada para os professores. Silva (2006) reitera essa realidade ao mencionar que, em relação às unidades temáticas propostas na BNCC e às habilidades necessárias a elas para o ensino de Ciências, observa-se o planejamento e execução de experimentos, bem como a necessidade de um direcionamento especial para as áreas de Física e Química nos Anos Finais do Ensino Fundamental, pois nessa etapa da escolarização os alunos são capazes de estabelecer relações ainda mais profundas entre a ciência, a natureza, a tecnologia e a sociedade.

Portanto, este trabalho tem por objetivo apresentar, como um relato de experiência, parte de uma proposta de formação continuada para professores de Ciências dos Anos Finais do Ensino Fundamental, tendo em vista os novos direcionamentos propostos pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017). A proposta contempla o uso de atividades experimentais e simulações computacionais que permitam a interação do estudante, tendo o professor como mediador do processo. A proposta foi desenvolvida durante o segundo semestre de 2019 com um grupo de 10 professores do município de Erechim, RS, e faz parte do doutoramento da autora principal. A metodologia *Design-Based Research*¹ – DBR foi usada durante os encontros.

A atividade experimental e o Ensino de Ciências

O ensino de Ciências, em algumas instituições de ensino, caracteriza-se pela ausência de experimentação ou aulas de laboratório, tanto com materiais concretos, quanto com recursos tecnológicos. Por isso, a utilização de atividades experimentais tem sido investigada no Brasil nas últimas décadas. Segundo Borges (2002), os professores acreditam que a introdução de atividades experimentais seja relevante no processo de ensino e de aprendizagem. Entretanto, essas atividades, muitas vezes, não são implementadas. De acordo com Carlos *et al.* (2009), as atividades experimentais ainda não se consolidaram na prática da maioria dos professores de ciência.

Conforme salientam Coelho *et al.* (2008), a falta de apoio material e pedagógico das escolas para o desenvolvimento de metodologias que envolvam atividades experimentais investigativas e as limitações na formação acadêmica do professor referentes à experimentação são fatores que contribuem para a ausência ou realização não sistemática de experimentação na realidade escolar do ensino de Ciências nos níveis Fundamental e Médio.

Diante da realidade defrontada no ensino da Física, urge a necessidade da busca de novas práticas, que aliem o conteúdo com ao dia a dia dos estudantes. Uma sugestão na busca por essas novas práticas está relacionada às atividades experimentais e as tecnologias (*softwares*, simuladores), como uma estratégia no ensino de Física. Thomaz (2000) afirma que, durante as atividades experimentais, os alunos têm a oportunidade de desenvolver habilidades e competências, como a divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo, negociação de ideias e diretrizes para a solução dos problemas.

As atividades experimentais podem ser desenvolvidas de diversos modos, com diferentes enfoques, permitindo que o professor trabalhe vários tipos de competências e habilidades de seus alunos. Esses enfoques abrangem desde a mera observação por parte do aluno, por exemplo, até a sua participação efetiva na escolha da atividade, do problema a ser solucionado e do procedimento experimental a ser adotado, conforme é destacado por autores como Borges (2002) e Rosa (2003).

¹ Em português, o termo equivale a “Pesquisa de Desenvolvimento”.

Tais atividades experimentais investigativas representam uma estratégia para permitir que os alunos ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor passe a ser mediador ou facilitador desse processo. O professor deve ter a capacidade de proporcionar a participação dos estudantes em todas as etapas da investigação. Suart e Marcondes (2008) afirmam que, se o estudante tem a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, conseguirá elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, privilegiando o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas e o raciocínio lógico.

O papel do professor na atividade experimental investigativa – não só em Física, mas nas mais diversas disciplinas – é auxiliar os alunos na busca das explicações, negociar estratégias de soluções para o problema, questionar as ideias dos alunos, incentivar a criatividade; ou seja, ser um mediador entre o grupo e a tarefa, intervindo nos momentos em que há indecisão, falta de clareza ou consenso. Segundo Carvalho, Azevedo e Nascimento (2006), as atividades investigativas (práticas ou teóricas) permitem levar o estudante a pensar, a debater, a questionar, a agir, a justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos, permitindo sua maior autonomia.

Veit e Teodoro (2005) consideram que a introdução de tecnologias no ensino da Física por meio de simulações possibilita uma melhor compreensão do conteúdo e contribui para o desenvolvimento cognitivo, em geral. Muitas simulações baseadas em modelo da realidade permitem que o estudante faça alterações de valores das variáveis ou parâmetros de entrada, observando as alterações nos resultados.

O trabalho com tecnologias computacionais pode, dessa forma, complementar as atividades experimentais realizadas. A simulação é um recurso que se apropria de modelos teóricos da realidade, de observações do mundo real. As simulações, por sua vez, não podem substituir a atividade experimental e o uso do laboratório. No ensino, eles são importantes para que o estudante compreenda a atividade científica. Veit e Teodoro (2005) destacam que as iniciativas para de criar material didático adicional são bem vindas, buscando dar suporte ao uso de *softwares* educacionais. É nesse cenário que se pensou a utilização das simulações computacionais com os simuladores *PhET Interactive Simulation*, da Universidade do Colorado (EUA).

A formação continuada proposta

A metodologia abordada neste trabalho é qualitativa. A escolha por esta abordagem justifica-se pela necessidade de analisar, interpretar, explicar e compreender as interações entre sujeitos e objeto de estudo. Para a abordagem da pesquisa, optou-se pela metodologia de investigação e pesquisa conhecida como *DBR*. Investigações que acompanham tal viés são entendidas por Ponte *et al.* (2016, p. 77) como aquelas em que “[...] estudam-se intervenções educacionais tendo em vista promover certas aprendizagens ou mudanças sistêmicas e compreender os processos que lhes estão subjacentes”. Segundo os autores, ela “[...] permite compreender melhor os processos de mudança que decorrem das intervenções realizadas [...]” (PONTE *et al.*, 2016, p. 78) e procura superar a dicotomia entre pesquisa qualitativa e quantitativa, com investigações que têm o processo centrado na busca de soluções práticas e inovadoras para os problemas da educação.

Assim, todo processo formativo desta pesquisa é estruturado com intuito evolutivo dos métodos de ensino das Ciências, buscando um modelo de formação que inclui a interação e acompanhamento aos professores em sala de aula. Procurou-se problematizar, com professores do Ensino de Ciências, a abordagem de conceitos de Física por meio de simulações computacionais e atividades experimentais com abordagem investigativa, construindo coletivamente uma proposta diferenciada para o ensino de Ciências nos Anos Finais do EF. A problemática pensada foi “como explorar, com um grupo de professores, os conteúdos de Física nos Anos Finais do Ensino Fundamental por meio de atividades experimentais?”.

Isso justifica uma abordagem de pesquisa DBR, porque se pretende propor aos professores apoio no decorrer dos encontros e em seu ambiente natural, possibilitando constantes discussões sobre a condução das atividades experimentais e, conseqüentemente, identificar quais as principais mudanças nas diferentes etapas “[...] realizadas em vários ciclos de experimentação [...]” (PONTE *et al.*, 2016, p. 95) e assim perceber como o professor evolui no processo de conduzir atividades experimentais.

Santiago (2018, p. 37) destaca que, ao término de uma investigação com metodologia DBR, o intuito

[...] não é apenas produzir mais teorias e apresentá-las em âmbito acadêmico, mas ao produzi-las, poder contribuir para a melhoria da práxis dos sujeitos participantes, bem como, revisar e refinar as teorias que lastreiam a pesquisa na qual ela está sendo aplicada.

Logo, com as intervenções em desenvolvimento, espera-se contribuir, mesmo que de forma singela, na concepção e prática dos professores.

Portanto, este trabalho segue uma concepção científica construtivista no decorrer de todo processo formativo, em que há a escuta atenta aos sujeitos. A proposta para os encontros de formação com todo o grupo contemplou a problematização de atividades que vinham ao encontro das necessidades do grupo, replanejadas para seu contexto. A formação continuada foi desenvolvida em torno das seguintes questões norteadoras: a) Como auxiliar professores na utilização de atividades experimentais e simulações em suas aulas de Ciências?; e b) Como desenhar e redesenhar sequências de atividades que favoreçam o ensino de ciências, considerando o uso de simulações e atividades experimentais?

Segundo Souza, Pinto e Costa (2009), a formação continuada é tão importante quanto a formação inicial, pois permite o compartilhamento de experiências, a construção e a atualização dos saberes, o que potencializa a prática docente. Nesse sentido, a formação continuada proposta é uma tentativa de romper com o paradigma negativo em relação às Ciências, abordando a Física para além de cálculos matemáticos, com um olhar mais dinâmico, por meio de atividades experimentais investigativas e simulações computacionais. Durante os encontros, que aconteceram no segundo semestre de 2019, foram realizadas com o grupo de professores discussões a respeito do uso de atividades experimentais e simulações computacionais durante as aulas de ciências dos Anos Finais do Ensino Fundamental. Foram oportunizadas atividades experimentais promovendo o levantamento de

hipóteses, discussões e conclusões a respeito delas e de sua inserção em uma aula de Ciências.

As atividades propostas na formação são embasadas em uma perspectiva investigativa/construtivista, perpassando por algumas etapas: primeiramente, é instigado o levantamento e a discussão de hipóteses acerca do tema a ser estudado, na busca por respostas a questões propostas inicialmente pelo formador, o que está aliado a um planejamento para a realização da atividade prevista. A etapa seguinte consiste na realização da atividade experimental ou simulação por parte dos participantes. Finalmente, ocorre a discussão e retomada das hipóteses iniciais, trajetos percorridos para conseguir realizar a prática experimental, relação com outras situações semelhantes e possíveis conceitos, além de uma síntese das principais ideias construídas.

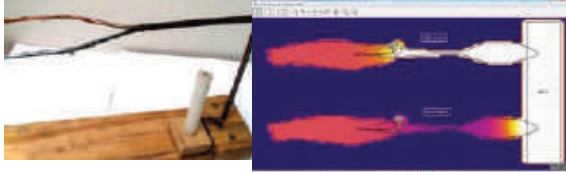
Em resumo, a formação continuada com professores foi planejada em dois momentos. Inicialmente, encontros presenciais com todo grupo de professores para discutir e explorar diferentes atividades experimentais e uso de tecnologias. O segundo momento foi de acompanhamento em suas escolas, reforçando o papel de colaboradora, auxiliando os professores no planejamento e desenvolvimento de suas aulas, para que a formação seja algo significativo na prática e que possibilite a inserção de atividades experimentais investigativas para o ensino de Ciências. Fragmentos do primeiro momento serão descritos neste trabalho.

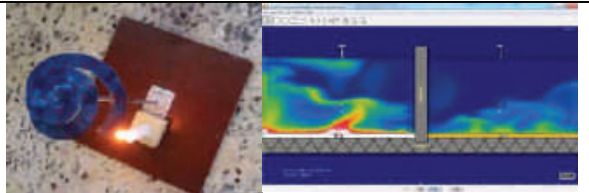

Atividades desenvolvidas na formação continuada

A fim de permitir debates junto ao grupo de professores acerca da utilização das atividades experimentais e computacionais durante as aulas de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental, apresentaremos, na sequência, não toda a formação desenvolvida, mas um recorte focando nas atividades experimentais propostas ao grupo em cada um dos cinco encontros realizados (um encontro mensal de 4 horas), que aconteceram no segundo semestre de 2019. Aqui serão apresentados dois dos encontros.

Em um dos encontros, o objetivo foi explorar atividades que possam contribuir na aprendizagem de conceitos de transferência de energia térmica, com a integração entre atividades experimentais e simulações computacionais. No Quadro 1, são apresentados os conceitos, atividades e objetivos referentes a cada atividade.

Quadro 1 – Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica

Atividades	Objetivos	Imagem da atividade
Atividade experimental e computacional (<i>Energy 2D</i>) sobre condução	Verificar a condutibilidade térmica em diferentes materiais.	

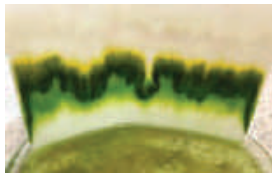
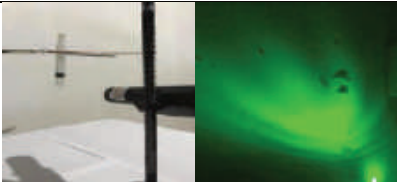
Atividade experimental e computacional (<i>Energy 2D</i>) sobre convecção	Perceber a formação de correntes de convecção.	
Atividade experimental e computacional (<i>PhET</i>) sobre Radiação	Reconhecer a diferença na taxa de absorção de calor por radiação entre materiais de cores escuras e claras.	

Fonte: As autoras, (2020)

Cabe destacar que o recurso computacional foi importante para que as professoras percebessem formas para explicar a condutibilidade térmica em materiais isolantes e condutores, comparando com o observado na atividade experimental. Também foi possível, com a simulação computacional, verificar a formação de correntes de convecção por meio da observação da escala de cores e da movimentação do ar, comparando com as análises feitas na atividade experimental. Ao término das atividades desse encontro, foi elaborado um mapa conceitual apontando possibilidades de exploração das atividades experimentais e das simulações computacionais, articulando, inclusive, com as outras disciplinas que compõem a áreas das ciências da natureza.

Outro encontro teve como objetivo explorar a importância da luz para as plantas, abrangendo, inclusive, sugestões de atividades que contemplem as cores na física, instrumentos ópticos e a formação de imagens na retina. No Quadro 2, são apresentadas algumas das atividades desenvolvidas.

Quadro 2 - Atividades propostas no encontro

Atividades	Objetivos	Imagem da atividade
Atividade experimental sobre a cromatografia	Aprofundar e identificar o conceito da fotossíntese e suas principais funções, destacando a importância da radiação solar para as plantas.	
Atividade experimental sobre um projetor para observação de micro-organismos	Propiciar uma interface entre física e biologia, permitindo a discussão de diversos fenômenos, tanto de óptica geométrica quanto física.	

Fonte: As Autoras (2020)

Nesta atividade com o *laser*, também foi explorado o aquecimento da esfera. A transmissão de calor por convecção predomina, e o aumento da temperatura provoca aumento no movimento dos micro-organismos presentes na gota de água. A ideia do experimento foi apresentar aos alunos a quantidade de micro-organismos que

se acumulam em nossas mãos, para, então, enfatizar a importância de lavá-las durante o dia. Para isso, utilizamos uma amostra de água filtrada, obtida diretamente da torneira e armazenada em um vasilhame, e outra proveniente da lavagem das mãos que manipularam dinheiro, por exemplo.

Considerações finais

Faz-se necessário repensar a forma como o componente curricular de Ciências da Natureza vem sendo trabalhado nas escolas, principalmente nos Anos Finais do Ensino Fundamental, período em que são apresentados conceitos físicos importantes, que serão aprofundados no Ensino Médio. Parece haver uma crença enraizada sobre a matematização para trabalhar conceitos de Física no EF, o que contrapõe as propostas apresentadas pela BNCC para essa área do conhecimento.

A formação continuada aqui apresentada esteve centrada nas discussões e possibilidades da utilização de atividades experimentais e computacionais por parte dos professores de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental. É necessário refletir acerca do planejamento das aulas, que, não raramente, é encarada de forma isolada, poucas vezes oportunizando a discussão em conjunto e tampouco auxiliando no desenvolvimento de atividades em sala de aula. Pretendeu-se buscar maior aproximação entre pesquisador e professor, para que o diálogo entre ambos fosse constante, para incentivar e possibilitar ao professor integrar as atividades experimentais em sua rotina de planejamento para o ensino de Ciências.

Em 2020, nos encontros individuais, as atividades estão sendo planejadas e problematizadas colaborativamente, no ambiente escolar de cada professor, partindo das realidades de cada sujeito: na perspectiva construtivista, isso contribui para a qualificação da problematização, possibilitando ciclos de modificação, com intuito de melhorar o processo educacional. A relevância da referida proposta reside no acompanhamento e avaliação de sequências de tarefas com foco no uso de simulações computacionais e atividades experimentais e suas implicações no processo de ensino de ciências. Pesquisar meios de ampliação e fortalecimento do processo de ensino é tarefa de extrema importância para o contexto educacional. Nessa perspectiva, a formação continuada vem se destacando como possibilidade para o desenvolvimento de práticas docentes que contemplem as vicissitudes da atual sala de aula.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília, 2017.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez 2002.

CARLOS, J.G.; MONTEIRO Jr., F. N. M; AZEVEDO, H. L.; SANTOS, T. P.; TANCREDO, B. N. Análise de Artigos sobre Atividades Experimentais de Física nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *In*: VII Encontro

Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2009. Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2009.

CARVALHO, A. M. P.; AZEVEDO, M. C. P. S.; NASCIMENTO, V. B. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

COELHO, S. M. *et al.* Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 7-34, abr. 2008.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicadas em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, 2009.

PONTE, J. P.; CARVALHO, R.; MATA-PEREIRA, J.; QUARESMA, M. Investigação baseada em design para compreender e melhorar as práticas educativas. **Quadrante**, vol. XXV, n. 2, 2016.

RICARDO, E. C., FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

ROSA, C. W. da. Concepções metodológicas no laboratório didático de física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 13-27, out. 2003.

SANTIAGO, R. C. C. de A. **Framework Design-Based Research para pesquisas aplicadas**. 2018. 300 f. Tese (Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

SILVA, A. F. A. da. **Ensino de aprendizagem de Ciências nas séries iniciais: concepções de um grupo de professoras em formação**. 2006. 166f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Física da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

SOUZA, S. M. S.; PINTO, C. R. C. C.; COSTA, S. C. S. da. O programa gestão da aprendizagem escolar: uma experiência de formação continuada para professores das séries iniciais. *In*: DINIZ, L. do N.; BORBA, M. de C. (Orgs.). **Grupo EMFoco: diferentes olhares, múltiplos focos e autoformação continuada de educadores matemáticos**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009. p. 37-62.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, 2008. **Resumos [...]**. Curitiba, 2008.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p.360-369, 2000.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem computacional no ensino de Física. *In*: **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 16. Rio de Janeiro, 2005. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2005.

PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DE FÍSICA SOBRE ASPECTOS DEFINIDORES DE SEU PERFIL PROFISSIONAL

PERCEPTIONS OF PHYSICS TEACHERS ON DEFINING ASPECTS OF THEIR PROFESSIONAL PROFILE

Rafael Figueira¹, Alice Helena Campos Pierson²

¹Colégio São Lucas – Jaú/SP, rafaelfigueirajau@gmail.com

²Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Metodologia de Ensino, apierson@ufscar.br

Resumo

Ao evidenciarmos os processos de efetivação das proposições curriculares no contexto escolar, reconhecemos os docentes como personagens centrais neste processo, podendo as reinterpretar, adequar e até mesmo obstaculizar a sua efetivação. Nessa direção, reconhecemos ser importante conhecer as compreensões apresentadas pelos docentes, sobre a forma como pensam o ensino de física. Desta maneira, com a finalidade de buscarmos elementos que nos auxiliem na reflexão sobre quais aspectos os docentes reconhecem como centrais no processo de seleção, organização e desenvolvimento dos conteúdos de física no ensino médio, propusemos para um grupo de professores de física do ensino médio, um conjunto de questões com a finalidade de conhecer as compreensões que eles apresentam sobre por que, o que e como ensinar física no ensino médio. Partindo deste cenário, apresentamos nesta produção um ensaio das análises de uma das questões que objetivava investigar quais os conhecimentos/experiências/valores, que os docentes destacam como mais importantes na definição do perfil profissional. Ao analisarmos as respostas dos professores participantes, identificamos em maior número os argumentos relacionados com a atividade docente, principalmente relacionados às dimensões metodológica e pedagógica. Além destes elementos, em segundo plano, estiveram argumentos relacionados com a formação e, em menor número, aqueles que se relacionam com as características dos professores. Mesmo quando consideramos os tempos de atuação, não identificamos grandes discrepâncias entre a distribuição dos argumentos nas categorias consideradas.

Palavras-chave: Percepções; Perfil Profissional; Professores de Física

Abstract

By highlighting the processes for implementing curricular proposals in the school context, we recognize teachers as central characters in this process, being able to reinterpret, adapt and even hinder their development in practice. In this sense, we recognize that it is important to know the understandings presented by teachers on the way they think about teaching physics. Thus, in order to seek elements that assist us in reflecting on which aspects teachers recognize as central to the process of selection, organization and development of physics content in high school, we proposed to a group of high school physics teachers a set of questions in order to understand their understandings about why, what and how to teach physics in high school. Starting from this scenario, we present in this production an essay of the analysis of one of the questions that aimed to investigate which knowledge / experiences / values that

teachers highlight as most important in the definition of the professional profile. When analyzing the responses of the participating teachers, we identified in greater numbers the arguments related to the teaching activity, mainly related to the methodological and pedagogical dimensions. In addition to these elements, in the background there were arguments related to training and to a lesser extent those related to the characteristics of teachers. Even when we consider the performance times, we did not identify any major discrepancies between the distribution of arguments in the categories considered.

Keywords: Perceptions; Professional Profile; Physics Teachers

Introdução

O conceito de currículo, quando alinhado à visão de Sacristán (1998), expressa uma seleção de elementos culturais de uma época que, no processo de seleção, busca a articulação entre determinados princípios (regulamentações oficiais) e a sua realização no âmbito prático, envolvendo os processos de ensino e aprendizagem propostos pelas orientações curriculares e projetos políticos pedagógicos das escolas e aqueles efetivamente desenvolvidos em sala de aula.

Nesta perspectiva, ao considerarmos os níveis de objetivação do currículo (SACRISTÁN, 1998, p. 165-166), destacamos que, no seu desenvolvimento, os docentes se constituem como atores ativos, promovendo a mediação entre os pressupostos curriculares, os conteúdos desenvolvidos e os estudantes. Há, neste processo de mediação, diversas motivações que envolvem, desde as concepções sobre o exercício profissional docente, até aspectos mais sociológicos associados aos problemas didáticos em geral.

Assim, mesmo havendo uma proposta de currículo oficial contemplando objetivos e finalidades para o ensino de um componente curricular, o docente, com frequência, o reinterpreta e adequa, considerando suas perspectivas, aspirações e compreensões pessoais sobre os processos de ensino e a área do conhecimento que leciona. Neste processo de reinterpretação e desenvolvimento do currículo, a própria prática configura um novo currículo, o qual é efetivamente desenvolvido em sala de aula.

Reconhecendo a importância do papel do professor no processo de mediação do currículo oficial e o currículo que, de fato, é desenvolvido na prática, realizamos uma busca no portal Web of Science sobre pesquisas que possuíam como temática as compreensões expostas pelos professores sobre o ensino da física. Nossa busca preliminar nos conduziu a duas produções sobre o conhecimento profissional e epistemologia dos professores (PORLÁN ARIZA; RIVERO GARCÍA; MARTÍN DEL POZO, 1997; 1998) e outra que cujo objetivo era investigar as crenças de professores sobre o ensino, a aprendizagem e a ciência (TSAI, 2002). Estas produções nos chamaram a atenção, por promoverem uma discussão mais ampla sobre concepções dos professores acerca do ensino de um componente curricular.

Com o objetivo de apresentar o marco teórico e metodológico utilizado em investigações sobre o conhecimento profissional dos professores, Porlán Ariza; Rivero García; Martín del Pozo (1997) apresentam alguns elementos para uma teoria

profissional para os professores. Enquanto, em uma produção subsequente, os mesmos autores (1998) apresentam uma revisão de alguns estudos empíricos que desenvolveram e que consideraram significativos para a análise das concepções científicas e didáticas de professores. Nesse sentido defendem que,

o conhecimento profissional pode ser resultado da justaposição de quatro tipos de saberes de naturezas diferentes, gerados em momentos e contextos que nem sempre são coincidentes, que se mantem relativamente isolados uns dos outros na memória dos sujeitos e que se manifestam em diferentes tipos de situações profissionais. (PORLÁN ARIZA; RIVERO GARCÍA; MARTÍN DEL POZO, 1997, p. 158, tradução nossa)

Os autores destacam que há duas dimensões associadas ao conhecimento profissional dos docentes, a dimensão epistemológica e a psicológica, as quais se colocam a partir de duas dicotomias, respectivamente a racional-experiencial e a explícita-tácita. A partir destas dimensões e dicotomias, apresentamos na Figura 1, um diagrama que contempla os saberes componentes do conhecimento profissional na perspectiva defendida por Porlán Ariza; Rivero García; Martín del Pozo (1997).

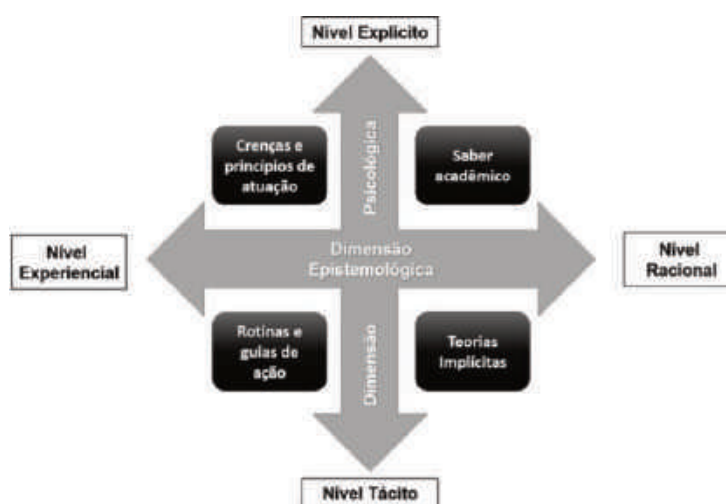


Figura 1 - Dimensões e componentes do conhecimento profissional

Por sua vez, Tsai (2002) buscou, a partir de entrevistas realizadas 37 professores de física e química de Taiwan, investigar as crenças que estes docentes possuíam sobre a ciência de maneira geral, o seu ensino e a aprendizagem. Ao fazer referência a diversas produções, o autor destaca que as crenças que os professores apresentam sobre como a ciência é desenvolvida podem potencialmente estar relacionadas com as crenças que possuem sobre como ensiná-la e como os estudantes a aprendem (TSAI, 2002, p. 771).

O autor ressalta, a partir dos tópicos abordados, que é difícil haver discrepâncias entre as crenças que os professores têm sobre o ensino, sobre a aprendizagem e a sobre a ciência, definindo a consonâncias entre as três dimensões como uma epistemologia aninhada¹.

Considerando estes elementos, esta produção tem como objetivo investigar quais as percepções apresentadas por professores de física da educação básica sobre elementos que reconhecem como importantes na definição de seu perfil

¹ O autor utiliza o termo *Nested Epistemologies* para definir a consonância entre as três dimensões apresentadas.

profissional. Este questionamento foi proposto para professores de física da educação básica, de escolas públicas e privadas, como parte de um questionário inicial de um projeto de pesquisa mais amplo.

Uma breve descrição sobre os participantes da pesquisa

A partir de uma rede de professores construída inicialmente de profissionais que faziam parte da rede de relações dos autores, mas que foi se ampliando com a indicação de conhecidos dos já indicados, pudemos iniciar a seleção dos participantes.

Os participantes da pesquisa deveriam estar atuando como professores de física e se identificarem como tal, independente de sua formação inicial. Considerando estes aspectos, encaminhamos o questionário para um grupo de 162 professores e obtivemos uma participação de 35 docentes (pouco mais de 21%), que predominantemente atuam nos estados de São Paulo (18 professores) e Minas Gerais (10 professores). Houve também a participação de dois professores do Mato Grosso do Sul, do Paraná e do Rio de Janeiro, respectivamente e um da Paraíba. A maioria dos docentes apresenta a formação inicial na área de física (totalizando 28 participantes), enquanto outros quatro provêm da área de matemática e outros três com formação inicial nas áreas de construção naval, engenharia civil e química. É importante destacar que apenas dez participantes não apresentam cursos de pós-graduação.

Por fim, em relação ao tempo de atuação como professores da educação básica, 25 professores atuam há menos de 10 anos neste nível de ensino, dos quais 17 têm menos de 5 anos de docência. Já em relação ao tipo de instituição em que lecionam atualmente, 11 professores lecionam somente em escolas particulares, 10 atuam somente em escolas públicas e 14 atuam em instituições públicas e privadas.

Sobre a coleta de dados e as análises

Disponibilizamos para os professores participantes um questionário composto por dez questões abertas, que objetivavam instiga-los a refletir sobre: por que ensinar a física na educação básica; o que deve ser ensinado deste componente curricular; como os conteúdos devem ser estruturados e desenvolvidos ao longo do ensino médio.

Dentre as dez questões, apresentamos aos docentes a seguinte indagação: *Olhando para a forma como você se vê hoje como professor de física, quais os conhecimentos/experiências/valores que você destaca como mais importantes na definição do seu perfil profissional?*

Entendemos o perfil profissional como o conjunto de características apresentadas e utilizadas pelo docente na sua prática pedagógica, o que, de certa forma se configura como um elemento constituinte da sua identidade enquanto professor. Nessa direção, alinhamo-nos a Iza e colaboradores (2014, p. 276) quando ressaltam que “a identidade que cada professor constrói baseia-se em um equilíbrio único entre as características pessoais e os percursos profissionais construídos ao longo da história de vida.”

Marcelo (2009) destaca que a identidade docente é algo dinâmico que evolui tanto individualmente quanto coletivamente. Além disso, o autor ressalta que o

desenvolvimento da identidade se caracteriza como um “processo de Interpretação de si mesmo como pessoa dentro de um determinado contexto”. Assim a identidade e, conseqüentemente, a identidade profissional não é estável, inerente, ou fixa, pois pode ser entendida como resposta a pergunta “quem sou eu neste momento?”.

Então, ainda que nesta produção, nos limitaremos a apresentar os resultados das análises das respostas obtidas nesta questão, no contexto da pesquisa mais ampla, ela fazia-se necessária para investigarmos as possíveis relações existentes entre os elementos que os docentes reconhecem como importantes para a definição de seu perfil profissional e a forma como selecionam, organizam e desenvolvem os conteúdos de física na educação básica.

Para a análise das respostas desta questão, buscamos inspiração na Análise de Conteúdo de Bardin, visando “obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.” (BARDIN, 2011, p. 48). Nesta produção, as contribuições deste referencial se relacionam com a possibilidade de compreender os aspectos que os docentes consideram que são/foram relevantes na definição de seu perfil profissional, alinhando-nos a uma perspectiva de análise temática das respostas obtidas.

Desta maneira, iniciamos os procedimentos analíticos realizando uma leitura flutuante, o que nos possibilitou uma primeira aproximação às percepções expostas pelos participantes. Após esta leitura flutuante, identificamos algumas percepções que apresentavam certa similaridade, assim, ao retomarmos a exploração das respostas em uma leitura mais aprofundada, estas impressões iniciais nos auxiliaram na reflexão e posteriormente na composição das categorias utilizadas para a análise.

Emergiram deste processo analítico, três categorias que, de certa forma, contemplam aspectos relacionados ao exposto por Iza e colaboradores (2014) e Marcelo (2009) sobre a dinamicidade da construção da identidade docente, bem como sobre os elementos que a constituem, são elas: percepções sobre os aspectos definidores de seu perfil profissional a partir de elementos provenientes da atividade docente; percepções sobre os aspectos definidores de seu perfil profissional a partir de elementos associados às características do professor; percepções sobre os aspectos definidores de seu perfil profissional a partir de elementos associados à dimensão formativa.

É importante salientarmos que o conceito de percepções possui uma amplitude de significados e enfoques, principalmente na área da psicologia como Marin (2008) destaca. Matos e Jardimino (2016), por sua vez, ao promoverem uma síntese de conceitos presentes no campo da educação, dentre os diversos enfoques, ressaltam as percepções como um processo pelo qual o indivíduo toma consciência de si e do ambiente por meio da organização e interpretação de sensações e/ou dados sensoriais, resultando em uma representação dos objetos externos/exteriores. Alinhando-nos a esta perspectiva, ressaltamos que, o uso deste termo nesta produção, se relaciona com o processo pelo qual os professores participantes tomam consciência sobre os conhecimentos/experiências/valores importantes na definição da forma como se entendem como professores de física, por meio de um processo de reflexão sobre eles próprios. Apresentamos a seguir a distribuição das incidências de cada uma das categorias.

Quadro 1 - Frequência das percepções dos professores sobre os aspectos definidores de seu perfil profissional

Categoria	Fr
Percepções sobre os aspectos definidores de seu perfil profissional a partir de elementos provenientes da atividade docente	34
Percepções sobre os aspectos definidores de seu perfil profissional a partir de elementos associados às características do professor	5
Percepções sobre os aspectos definidores de seu perfil profissional a partir de elementos associados à dimensão formativa	13

Então, depois de definirmos as categorias e agruparmos os argumentos apresentados pelos docentes, identificamos que o maior número destes posicionamentos valorizavam elementos relacionados à atividade docente em diversas dimensões, desde elementos de um nível experiencial, com foco na dimensão metodológica, como a adotada comumente por estes professores em suas aulas, até aqueles mais direcionados ao nível racional, focalizando a importância da compreensão conceitual pelo docente, como nos respectivos exemplos a seguir.

***P23:** [...] Como profissional, investi em uma didática clara e prática, sempre utilizo de 2-3 exemplos do cotidiano (ou utilização tecnológica) sobre o assunto em pauta, pois acredito que é a melhor ferramenta para trazer significado para o aluno sobre o assunto.*

***P01:** O meu perfil profissional sempre foi de caráter técnico, principalmente porque antes lecionei em escolas técnicas. Isso contribui de alguma forma para entender os conceitos e conhecimentos da física e suas aplicações principalmente na área da tecnologia [...]*

De certa forma, percebemos uma consonância dos posicionamentos dos professores nesta categoria com os componentes do conhecimento profissional na perspectiva epistemológica destacada por Porlán Ariza; Rivero García; Martín del Pozo (1997). Como destacamos anteriormente, estes autores propõem que esta dimensão contempla desde saberes acadêmicos, que abarcam saberes de naturezas distintas, como aqueles relacionados aos conteúdos, os psicológicos, pedagógicos e didáticos, bem como aqueles de ordem epistemológica, até saberes baseados na experiência. Estes últimos, por sua vez, são desenvolvidos ao longo do exercício da profissão docente e se relacionam com diversos aspectos dos processos de ensino aprendizagem.

Uma característica importante destacada por estes autores, é o fato de estes saberes serem conscientes, ou seja, poderem se manifestar como crenças explícitas, princípios de atuação, metáforas. Conforme destacado por Bondía (2002), o saber da experiência se constitui como um saber particular, subjetivo, relativo, contingente e pessoal, assim:

O saber da experiência [...] se adquire no modo como alguém vai respondendo ao que vai lhe acontecendo ao longo da vida e no modo como vamos dando sentido ao acontecer do que nos acontece. (BONDÍA, 2002, p. 27)

Desta maneira, passamos a direcionar nossos olhares para os enfoques dos posicionamentos categorizados como elementos provenientes da atividade docente. Esta análise possibilitou-nos identificar cinco enfoques para as respostas apresentadas pelos docentes (*conceitual, formativo, metodológico, pedagógico, social*). Os argumentos com enfoque conceitual valorizavam a importância do

conhecimento conceitual pelo docente. Os que possuíam enfoque formativo, estabeleciam uma relação com a formação do docente a partir de sua prática. Já os argumentos com enfoques metodológico e pedagógico, valorizavam aspectos associados ao como ensinar física e elementos relacionados aos processos educativos em uma dimensão mais ampla, respectivamente. Por fim, identificamos posicionamentos dos docentes que destacavam aspectos de ordem social, por valorizarem a interação com os seus pares, com estudantes e outros participantes do ambiente escolar. A seguir destacamos exemplos de posicionamentos com enfoque metodológico e pedagógico, respectivamente.

P06: Como professor de física vejo que temos que ser dinâmicos em sala de aula, levando novas informações que busque a motivação do aluno, sempre adotando novas metodologias para que não fique na mesmice ou caia na aula tradicional. [...]

P19: [...] E essa mudança se dá justamente por adquirir novas experiências de professor, que trouxe com novos conhecimentos e valores, e buscar um melhor entendimento para o aluno, e fazê-lo buscar mais o questionamento, a crítica, do que simplesmente replicar cálculos. Acredito que para definir tudo isso, o principal foi perceber que estas discussões trazem mais resultado para meus alunos, do que um ensino tradicional, que em geral era utilizado.

Como destacamos anteriormente, esta categoria apresentou um total de 34 argumentos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), dos quais 16 tinham um enfoque metodológico e 13 um enfoque pedagógico. Estes dois enfoques somados, representaram cerca de 85% do total de argumentos para esta categoria. Os demais enfoques tiveram apenas um (enfoque Conceitual) ou dois posicionamentos (enfoques Formativo e Social).

Para além destes aspectos provenientes da atividade docente, observamos que um quarto dos argumentos apresentados pelos participantes valorizava elementos relacionados ao seu percurso formativo. Quando buscamos identificar os enfoques dos posicionamentos apresentados, observamos a presença daqueles relacionados à formação inicial, enquanto outros valorizavam aspectos provenientes de momentos de formação continuada. Este último enfoque apresentou um posicionamento a menos que aquele. Apresentamos nos exemplos a seguir, argumentos dos professores da categoria formativa, com enfoque na formação inicial e continuada, respectivamente.

P14. [...] também credito minha formação mais experimental como bagagem de conhecimentos aplicados mais na minha prática profissional.

P34. Tenho muito a aprender ainda, acredito que na nossa profissão, o estudo e a aprendizagem devem ser ferramentas constantes, para não correremos o risco de reproduzir sempre as mesmas aulas. A cada ano que passa me sinto mais realizada como profissional, busco aprimorar meus conhecimentos e estudar áreas que não vi na faculdade, como cosmologia por exemplo [...]

Por fim, a categoria que apresentou a menor incidência é aquela em que os professores apresentam posicionamentos relacionados às suas características. Esta categoria apresentou apenas cinco argumentos, dos quais três se relacionavam com características pessoais dos professores, como a calma, paciência e o gosto pelo estudo. Em outra perspectiva, os dois posicionamentos remanescentes destacavam características dos professores em relação à interação com os estudantes. Os exemplos seguintes se relacionam a estes dois enfoques respectivamente.

P14. Não tenho muita experiência para definir um perfil profissional, mas me percebo um profissional calmo e paciente, imparcial, mesmo que minha prática em sala seja prejudicada pela minha imparcialidade, são valores que norteiam o meu trabalho [...]

P29. Relação de empatia com os alunos!! Este é o principal fator que desmotiva ou motiva um aluno a chegar em casa e estudar sua disciplina.

Quando apresentamos uma breve caracterização dos participantes da pesquisa, destacamos que dos 35 participantes 25 atuavam há menos de 10 anos no ensino médio, dos quais 17 possuíam menos de cinco anos de docência. Por outro lado, dez participantes apresentavam mais de dez anos de atuação, sendo que quatro deles possuem mais de 20 anos atuando na educação básica.

Considerando o tempo de atuação dos professores do grupo, alguns aspectos nos chamaram a atenção: a ausência de argumentos relacionados à formação de professores com mais de vinte anos de atuação; e professores com tempo de atuação na educação básica na faixa de 11 a 20 anos, não fazendo referência a elementos que coloquem em destaque características pessoais.

Para além destas ausências, percebemos que houve uma consonância da distribuição dos posicionamentos por tempo de atuação, com a distribuição total observada, não havendo grandes divergências entre os valores percentuais.

Considerações Finais

A investigação sobre as percepções de professores de física da educação básica sobre os conhecimentos/experiências/valores que consideram mais importantes na definição do próprio perfil profissional, nos possibilitou perceber que, para este grupo de professores, elementos relacionados com a atividade docente foram os mais presentes na argumentação sobre a construção deste perfil.

Ainda que os participantes tenham argumentado mais sobre aspectos relacionados com a atividade docente, quando discorrem sobre a construção do seu perfil profissional, há uma pluralidade de elementos associados a este processo que ocorre ao longo da vida do professor, tal como destacado por Iza e colaboradores (2014) e Marcelo (2009).

Nessa direção, chamou-nos a atenção o baixo número de argumentos relacionados com as características e valores pessoais dos professores, justamente por estes aspectos apresentarem um caráter de base na construção da identidade docente. Mesmo que a estruturação da questão possa ter contribuído para que os participantes não explicitassem outros argumentos mais direcionados às suas características e valores pessoais, também podemos pensar que, para este grupo de professores e no momento em que a questão foi proposta, a compreensão sobre o perfil profissional valorizasse mais elementos associados à atividade docente.

Nessa direção, reconhecemos que para o desenvolvimento de futuras pesquisas que focalizem investigar a relação das características pessoais dos docentes com o seu perfil profissional, as questões devem ser ampliadas, abarcando outros elementos, bem como também devem ser considerados outros instrumentos de coleta de dados, como a história de vida, por exemplo. Por fim, ainda que o grupo de participantes tenha sido pequeno, pudemos ter algumas indicações sobre os elementos que reconhecem ser importantes na definição de seu perfil profissional.

Referências Bibliográficas

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BONDIA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**. n.19, p.20-28. 2002. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v15n2p155.pdf>. Acesso em: 29/04/2020.
- IZA, D. F. V.; BENITES, L. C.; SANCHES NETO, L.; *et al.* Identidade docente: as várias faces da constituição do ser professor. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 2, p. 273–292, 2014. Disponível em: <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/978/339>. Acesso em: 29/04/2020
- MARCELO, C. A identidade docente: constantes e desafios. Tradução: Cristina Antunes. **Formação Docente: Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**. v. 1, n. 1, p. 109-131, ago./dez. 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11441/29196>. Acesso em: 29/04/2020.
- MARIN, A. A. Pesquisa em educação ambiental e percepção ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, vol. 3, n. 1 – pp. 203-222, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.18675/2177-580X.vol3.n1.p203-222>. Acesso em: 18/06/2020.
- MATOS, D.; JARDILINO, J. R. Os conceitos de concepção, percepção, representação e crença no campo educacional: similaridades, diferenças e implicações para a pesquisa. **Educação & Formação**, v. 1, n. 3, p. 20-31, 1 set. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.25053/edufor.v1i3.1893>. Acesso em: 18/06/2020.
- PORLÁN ARIZA, R.; RIVERO GARCÍA, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 155–171, 1997. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21488>. Acesso em: 29/04/2020
- PORLÁN ARIZA, R.; RIVERO GARCÍA, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 271–288, 1998. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21534>. Acesso em: 29/04/2020
- SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: Uma reflexão sobre a prática**. 3. ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- TSAI, C.-C. Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 8, p. 771–783, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690110049132>. Acesso em: 29/04/2020

ESCOLA DE FÍSICA DO CERN: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA EM EVENTOS NACIONAIS DE ENSINO DE FÍSICA

CERN TEACHERS PROGRAMME: A SYSTEMATIC REVIEW IN NATIONAL MEETING ON PHYSICS EDUCATION

Luciano Denardin¹, Gabriel Santos Ortiz²

¹Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, luciano.denardin@puccrs.br

²Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, gabriel.ortiz@edu.puccrs.br

Resumo

Neste trabalho é realizada uma revisão sistemática de literatura de trabalhos completos apresentados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) nos últimos dez anos e que envolviam a temática Escola de Física do CERN. O *corpus* é formado por doze trabalhos divididos entre relatos de experiência e artigos de pesquisa, com uma ligeira superioridade de trabalhos socializados no SNEF. A minoria deles apresenta rigor metodológico, sendo que um pouco mais de 30% evidenciam as metodologias de análise e/ou de pesquisa utilizadas. Identificou-se que muitos relatos de experiência detalham a programação da Escola de Física do CERN e como a vivência impacta seus participantes. Aspectos técnicos e teóricos dos experimentos desenvolvidos no CERN são descritos, bem como as principais atividades realizadas pelos professores após retornarem às atividades docentes. Alguns trabalhos analisaram a abordagem da física de partículas e da física moderna e contemporânea no ensino médio por professores participantes da Escola de Física do CERN e verificaram que tal inserção ocorre de maneira superficial e ilustrativa. Alguns trabalhos investigaram as concepções de ciência dos professores participantes e constataram que elas melhoram após a participação no curso de formação continuada.

Palavras-chave: Escola de Física do CERN; Revisão sistemática de literatura

Abstract

In this work, a systematic literature review of the complete works presented at the National Symposium on Physics Education (SNEF) and at the Meeting on Physics Education (EPEF) in the last ten years, involving the thematic CERN Portuguese Language Teachers Programme, is carried out. The *corpus* is formed by twelve works divided between experience reports and research articles, with a slight superiority of works socialized in the SNEF. Their minority has methodological rigor, with a little more than 30% showing the analysis and/or research methodologies used. It was found that many experience reports detail the programming of the CERN Portuguese Language Teachers Programme and how the experience impacts its participants. Technical and theoretical aspects of the experiments developed at CERN are described, as well as the main activities carried out by teachers after

returning to teaching activities. Some studies analyzed the particle physics and modern physics approach in high school by teachers participating in the CERN Portuguese Language Teachers Programme and found that such insertion occurs in a superficial and illustrative way. Some works investigated the science conceptions of the participating teachers and found that they improve after participating in the continuing education course.

Keywords: CERN Portuguese Language Teachers Programme; systematic literature review.

Introdução

Este trabalho consiste em uma revisão sistemática de literatura (RSL) envolvendo a temática “Escola de Física do CERN”. O *corpus* da RSL é constituído pelos trabalhos completos apresentados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), desde a edição de 2010. Ambos os eventos são organizados pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e têm periodicidade bianual.

A Escola de Física do CERN consiste em um curso de formação continuada destinada a professores da educação básica e ocorre na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN). A participação de professores brasileiros neste curso começou em 2009 e, desde então, mais de 200 docentes já o frequentaram.

Escola de Física do CERN

A Escola de Física do CERN é um curso de formação continuada que ocorre nas instalações do próprio CERN. De periodicidade anual, professores brasileiros e luso-falantes participam das atividades ministradas e organizadas pelos próprios cientistas do CERN. Os professores brasileiros são selecionados pela Secretaria para Assuntos de Ensino da SBF e, desde 2009, mais de duzentos docentes da educação básica já participaram do curso, que até 2014 teve apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A Escola de Física do CERN tem duração de uma semana e as atividades ocorrem em dois ou três turnos diários. Além de atividades culturais, são ofertadas palestras sobre as pesquisas, equipamentos e tecnologias desenvolvidas no CERN. Um minicurso teórico sobre física de partículas é ministrado ao longo da semana. Visitas técnicas para os experimentos, aceleradores (incluindo o Grande Colisor de Hádrons - LHC), salas de controle e outros espaços físicos do CERN também estão entre os itens da programação. Uma oficina que visa a instrumentalizar os professores na confecção de uma câmara de nuvens utilizando materiais de baixo custo finaliza o conjunto de atividades desenvolvidas na Escola de Física do CERN (GARCIA, 2015).

Metodologia

A RSL apresentada neste trabalho segue as cinco etapas preconizadas por Khan; Kunz; Kleijnen (2003). A primeira etapa consiste em elaborar questionamentos que guiarão a revisão de literatura. No caso deste trabalho, a pergunta guia foi: “*Quais as características dos trabalhos apresentados nos EPEF’s e SNEF’s que têm como temática a Escola de Física do CERN?*” A segunda etapa da

RSL visa a localizar obras relevantes ao assunto de interesse. No caso desta revisão, buscou-se trabalhos nas atas dos SNEF's e EPEF's a partir de 2010 (uma vez que a primeira edição da Escola de Física do CERN ocorreu em 2009), sendo localizados treze trabalhos. A terceira etapa sugerida pelos autores diz respeito a uma leitura detalhada das obras, avaliando a qualidade das mesmas e verificando critérios de inclusão e de exclusão. Dentre os critérios de inclusão está o fato de apenas comporem o *corpus* da RSL trabalhos completos apresentados nesses dois eventos. A partir da leitura dos trabalhos, uma obra foi excluída, pois apesar de trazer a temática Escola de Física do CERN tratava-se de um resumo de uma palestra que ocorreu na edição de 2015 do SNEF e não de trabalho completo apresentado em evento. Destaca-se ainda que outras atividades como exposições, minicursos e reuniões de participantes da Escola de Física do CERN apareceram nas programações dos eventos e foram igualmente excluídas. As principais características dos trabalhos foram sintetizadas em uma ficha de leitura, como indica a quarta etapa da RSL proposta por Khan; Kunz; Kleijnen (2003). Por fim, na quinta etapa da RSL, um metatexto deve ser elaborado, apresentando informações fidedignas que respondam à pergunta elaborada na etapa 1.

O quadro 1 apresenta os títulos, autores, evento/edição dos doze trabalhos que constituem o *corpus* desta RSL. É indicado ainda um código que identificará o trabalho ao longo da análise. Aqueles apresentados no SNEF terão o código SN e os publicados no EPEF, EP.

Quadro 1- Trabalhos analisados

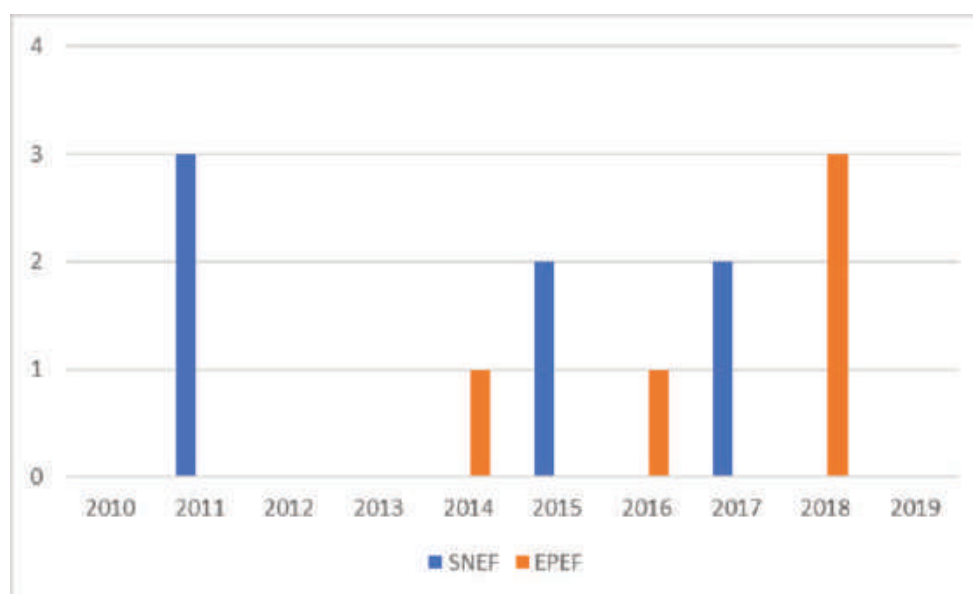
Evento Ano	Título	Autores	Código
SNEF 2011	Escola CERN para professores- 2009/2010: uma reflexão sobre essa experiência a partir do relato de dois professores participantes	MOTA, L.M.; LAPA, J.M.	SN01
SNEF 2011	Escola de física do CERN: um relato sobre a formação continuada de professores	COSTA, G.G.C.; REBELO, Q.H.F.	SN02
SNEF 2011	CERN, LHC e física contemporânea: uma síntese elaborada a partir da escola de professores no CERN em língua portuguesa 2010	PEREIRA, M.M.	SN03
EPEF 2014	A física de partículas na prática didático-pedagógica dos participantes da escola de física CERN	LONDERO, L.; TEÓFILO, M.A.M.	EP01
SNEF 2015	Contribuições da escola de física do CERN para a formação de professores em serviço e o desenvolvimento de atividades de ensino de física moderna e contemporânea no colégio de aplicação da universidade federal de Santa Catarina	FERREIRA, G.K.; PAZ, A.M.; ALBUQUERQUE, K.B.; SANTOS, T.F.M.; SANTOS, I.M.	SN04
SNEF 2015	A escola de física do CERN: o relato de experiência de professores do ensino básico estadual do rio grande do sul e as transformações nas suas práticas pedagógicas.	PINHEIRO, L.A.; REBELLO, A.P.	SN05

EPEF 2016	Uma análise das concepções de ciência de professores selecionados para a escola de física do CERN	DENARDIN, L.; ROCHA FILHO, J.B.; HARRES, J.B.S	EP02
SNEF 2017	A escola de física do CERN: preparação e perspectivas	GASPARIN, C.; VERÍSSIMO, D.; LOPES, J.	SN06
SNEF 2017	O perfil acadêmico-profissional de professores brasileiros participantes da escola de física do CERN	DENARDIN, L.; LIMA, R.W.M.; HARRES, J.B.S	SN07
EPEF 2018	Análise textual discursiva como ferramenta para a determinação do perfil de professores participantes da escola CERN em língua portuguesa	ROSADO, R.M.M.; VILLANI, A.	EP03
EPEF 2018	As visões de ciência de professores participantes da escola de física do CERN	DENARDIN, L.; ROCHA FILHO, J.B.; HARRES, J.B.S	EP04
EPEF 2018	A abordagem da física moderna e contemporânea por professores após a interação com cientistas de um centro de pesquisa avançada	DENARDIN, L.; ROCHA FILHO, J.B.; HARRES, J.B.S	EP05

Resultados e Discussão

A figura 1 mostra um gráfico que relaciona o número de trabalhos apresentados, por edição, para cada um dos eventos analisados. Destaca-se que o EPEF ocorre em anos pares e o SNEF em anos ímpares, de forma que foram analisadas cinco edições de cada evento. Do total da amostra que constitui o *corpus*, sete foram apresentados no SNEF e cinco no EPEF. Metade dos trabalhos dessa revisão foram publicados nos últimos quatro anos.

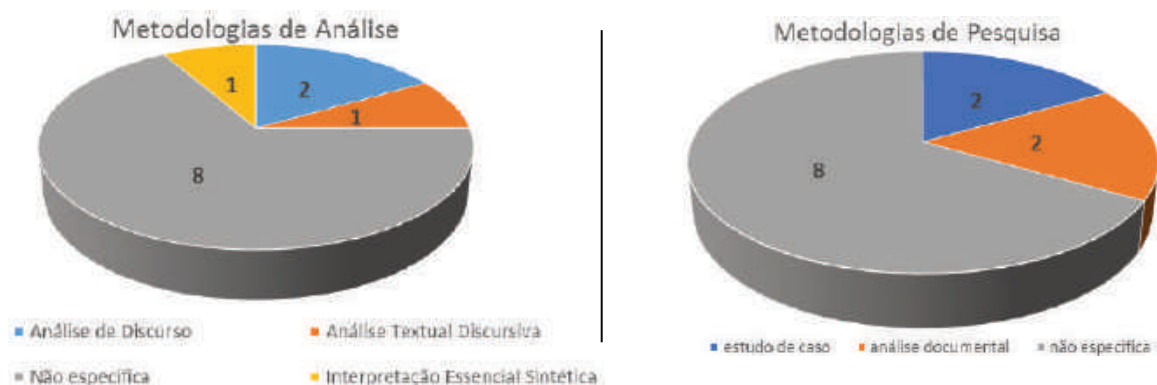
Figura 1- número de trabalhos apresentados nas diferentes edições dos eventos



À exceção de EP01, todos os trabalhos têm como autor/coautor pelo menos um participante da Escola de Física do CERN. Considerando autores e coautores, dois participaram da edição de 2009, quatro da edição de 2010, um da edição de 2012 (mas que tem 4 trabalhos publicados com essa temática), quatro da edição de 2013 e três da edição de 2016. Nove autores/coautores não participaram de nenhuma edição do curso supracitado sendo, muitas vezes, orientadores dos professores participantes da Escola de Física do CERN em cursos de pós-graduação.

Verificou-se que metade dos trabalhos possuem características de relato de experiência, sendo quase todos apresentados no SNEF, possivelmente pela característica do evento. A figura 2 apresenta dois gráficos referentes às metodologias de pesquisa e de análise empregados nas produções investigadas. Observa-se que tanto para as metodologias de análise, quanto de pesquisa, quase 70% dos trabalhos não especificam a metodologia adotada. Além disso, em relação aos instrumentos de coletas de dados, um trabalho utilizou questionário, três trabalhos empregaram entrevistas semiestruturadas e os demais não especificam.

Figura 2- distribuição dos trabalhos no que diz respeito às metodologias de análise e de pesquisa utilizadas. Os números apresentados remetem ao total de trabalhos que empregaram a referida metodologia.



Muitos trabalhos fazem uma **descrição das características da Escola de Física do CERN, explorando as atividades realizadas durante o curso**, seja como uma seção da fundamentação teórica, seja como principal aspecto do texto. Em SN01, por exemplo, os autores apresentam uma descrição detalhada da Escola de Física do CERN, incluindo os critérios do processo de seleção. Por se tratar de um trabalho apresentado em 2011, entende-se essa ênfase, pois havia acontecido até então apenas duas edições da Escola do CERN e os autores buscavam também divulgar essa possibilidade de formação para seus pares. Os autores, que participaram das duas primeiras edições do curso, descrevem as atividades que ocorrem durante a estadia em Genebra.

Neste mesmo sentido, SN02 e SN05 apresentam as diferentes atividades realizadas na Escola de Física do CERN, detalhando cada uma das palestras, visitas técnicas e demais vivências. Em SN02 é ressaltado a importância das visitas técnicas e como elas se relacionam com as palestras e minicursos teóricos. Já SN05 traz tanto uma narrativa das atividades, quanto explora aspectos técnicos e teóricos associados aos equipamentos do CERN.

Essa **abordagem teórica da física de partículas e técnica dos experimentos do LHC** é o foco do trabalho SN03. Nele é realizada uma retrospectiva histórica do CERN, destacando os motivos que levaram à sua fundação, seus objetivos e as principais linhas de pesquisa desenvolvidas atualmente, trazendo aspectos teóricos da física de partículas envolvidos nessas linhas de investigação. Depois apresenta a estrutura geral do LHC e seus principais experimentos, discutindo parâmetros técnicos e explicando os princípios físicos de funcionamento envolvidos.

Muitos dos trabalhos socializados na forma de relato de experiência **descrevem as principais atividades realizadas pelos professores após a participação na Escola de Física do CERN**. Dentre as atividades realizadas, destacam-se:

- participação na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SN01);
- promoção do *Masterclasses* (SN01);
- participação em eventos científicos (SN01 e SN02);
- entrevistas e reportagens vinculadas na mídia (SN01 e SN02);
- visitas virtuais ao ATLAS (SN04);
- realização de palestras e minicursos de divulgação do CERN (SN01, SN02 e SN04);
- confecção de blogs (SN01 e SN02);

Além disso, é relatado a produção de material didático. No caso de SN01 e SN04 foram elaboradas apostilas que discutem a Física Moderna e Contemporânea (FMC). SN02 afirma que alguns participantes confeccionaram vídeos e jogos de cartas envolvendo o CERN e a física de partículas. SN05 descreve sequências didáticas que foram desenvolvidas no ensino médio que envolviam a discussão dos primeiros instantes do Big-Bang, as interações fundamentais e aspectos gerais da física atômica, nuclear e de partículas. Essas propostas se relacionavam com a “[...] aplicabilidade dos conceitos nos experimentos do CERN, a tecnologia produzida nas pesquisas e suas aplicações” (SN05, p.8).

A **abordagem da física de partículas e da FMC por professores participantes da Escola de Física do CERN** foram a temática de investigação de EP01 e EP05, respectivamente. Mesmo com instrumentos de coletas de dados distintos (para EP01, 32 participantes responderam um questionário e para EP05 foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 6 professores participantes), as conclusões dos dois trabalhos são similares.

Esses dois trabalhos verificaram que o ensino de física de partículas e de FMC é realizado de maneira muito incipiente por parte dos professores participantes da Escola de Física do CERN. Isso ocorre pelo fato do currículo e dos exames avaliativos externos ainda estarem direcionados para a física clássica, por falta de tempo para preparem atividades, pela carga horária de trabalho e o pequeno número de encontros semanais com os alunos. EP01 verificou que a abordagem ao assunto se dá de forma qualitativa por meio de vídeos e simulações, enquanto EP05 identificou que os professores costumam narrar a vivência em Genebra, fazendo divulgações do CERN e das pesquisas desenvolvidas. EP01 afirma que foram raros os discursos em que foi possível identificar a construção de conhecimentos no

programa referentes à maneira de ensinar física de partículas no ensino médio. Entendem então que a Escola de Física do CERN parece focar em aspectos conceituais e não pedagógicos, o que fez os autores sugerirem a participação de ministrantes capacitados para o ensino de física nesta formação. Esses aspectos também foram identificados por Oliveira (2017).

Dois trabalhos dos mesmos autores visam a **analisar as visões de ciência** dos mesmos professores antes (EP02) e depois (EP04) da participação na Escola de Física do CERN.

EP02 verificou que aspectos relacionados à natureza da ciência envolvendo uma visão rígida, sem espaço para a criatividade e pautada em métodos específicos estavam presentes nas falas dos professores antes de participarem da formação no CERN. Eles entendem que a dúvida faz parte do fazer científico e que tal é realizada de forma coletiva, contudo atribuem uma visão caricatural do cientista. As contradições, os debates científicos, as transições paradigmáticas e as relações complexas com a tecnologia foram pouco apontadas.

EP04 analisou as visões de ciência após a participação dos mesmos professores na Escola de Física do CERN. Foi constatado que a concepção de que os cientistas desenvolvem um trabalho coletivo e colaborativo ficou fortalecida pela participação no curso supracitado. Entendem que o conhecimento é provisório e que está em constante reformulação, sendo influenciado por fatores externos e internos à própria ciência. Alguns professores, mesmo após a participação na Escola de Física do CERN, mantiveram uma visão caricatural e excêntrica dos cientistas. Observou-se ainda que os professores percebem que muito da tecnologia e do conhecimento científico desenvolvido no CERN acabam sendo utilizados em outras áreas, como na medicina e na transferência de dados. Por fim, os autores concluem que a “[...] vivência por uma semana em um laboratório de física de alto nível e o convívio com cientistas pode contribuir para que os professores melhorem suas concepções acerca da natureza da ciência e desmistifiquem o trabalho dos cientistas” (EP04, p.7).

Os trabalhos SN07 e EP03 envolvem a **análise documental**. O primeiro inventariou os **currículos lattes** de 103 professores, enquanto o segundo examinou o livro **“Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, estivemos no CERN”** (GARCIA, 2015), que tem como autores os professores participantes de diversas edições da Escola de Física do CERN.

SN07 verificou que os professores, após participarem da Escola de Física do CERN, passam a buscar cursos de formação *stricto sensu*. Além disso, constatam que a participação dos professores em eventos científicos ocorre mais na forma de minicursos, exposições e mostras do que como apresentação de trabalhos completos. Essa evidência pode explicar o pequeno número de trabalhos que constituem o *corpus* dessa revisão.

EP03 obteve as seguintes categorias após realizar a Análise Textual Discursiva (ATD) no livro organizado por Garcia (2015): inscrição da Escola CERN, confiança na seleção, motivação e expectativas, preparativos para a viagem, a passagem para Portugal, a passagem pelo CERN e repasse dos conhecimentos.

Muitas dessas categorias estão relacionadas com as temáticas dos trabalhos envolvidos nessa revisão de literatura. Os autores constatam que muitos professores participantes nunca haviam saído do Brasil e estavam distantes da academia, bem

como que apresentavam baixa expectativa em serem selecionados. Verificam ainda que o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) teve papel fundamental na reaproximação dos professores com a universidade, e que possa tê-los incentivado a participarem da seleção. Concluem que a maior motivação relatada para a participação no programa foi a atualização de conhecimentos científicos. Ainda assim, desenvolveram-se outros aspectos como a organização e condução do ensino, a investigação sobre a própria prática e o planejamento da carreira profissional. Ficou evidente a sensação de responsabilidade social dos educadores em repassarem o conhecimento obtido e suas crenças de autoeficácia.

Considerações Finais

Este trabalho realizou uma revisão sistemática de trabalhos apresentados nas últimas edições do SNEF e do EPEF e que envolviam a temática Escola de Física do CERN. Observou-se que muitos dos autores e coautores dessas produções foram participantes desse curso. Os trabalhos que envolvem relatos de experiência narram a vivência no curso de formação continuada, descrevendo as atividades lá realizadas, bem como as principais ações desenvolvidas pelos professores após o retorno às suas atividades docentes. Em relação aos artigos de pesquisa, dois deles avaliaram a abordagem da FMC pelos professores após a participação no evento, dois envolviam aspectos relacionados à natureza da ciência e um realizou análise documental.

Verificou-se ainda que muitos trabalhos destacam a importância de realizarem ações de divulgação científica relacionadas ao CERN. Também relatam que o programa contribui com a formação dos professores, sendo uma forma de preencher lacunas no que diz respeito, por exemplo, à ausência de disciplinas de física de partículas nos cursos de licenciatura em física. Os autores também consideram que a participação motiva os professores a trabalharem esses assuntos em sala de aula. Contudo, apesar dos relatos de experiências preconizarem esse aspecto, EP01 e EP05 verificaram que a abordagem da FMC não ocorre de forma sistemática e aprofundada pelos professores.

Por fim, a possibilidade de aprender *in loco* pode contribuir com a construção de uma concepção mais adequada da natureza do conhecimento científico e o convívio com professores de outros países propicia uma importante troca de conhecimentos.

Referências

- GARCIA, N.M.D. A Escola de Física CERN e sua contribuição na formação de professores brasileiros de Física do Ensino Médio. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015. p. 59-82.
- KHAN, S.K; KUNZ, R.; KLEIJNEN, J. Five steps to conduction a systematic review. **Journal of the royal society of medicine**, v.98, p.118-121, 2003.
- OLIVEIRA, L.D. **Modelo teórico para a interação professor-cientista a partir da Escola de Física do CERN: um estudo de caso à luz da epistemologia de Fleck**. 2017, 242f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Linha 2

Formação e prática profissional do professor de Física

Posters

Pesquisa sobre a formação inicial e continuada de professores; análise de programas e políticas de formação docente; iniciação à docência; estágio supervisionado; avaliação de modelos e práticas docentes para os diferentes níveis e modalidades de ensino; desenvolvimento profissional.

MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA: POTENCIALIDADES DE UMA ATIVIDADE NA FORMAÇÃO DE FÍSICOS-EDUCADORES

MATHEMATICAL MODELING IN PHYSICAL EDUCATION: POTENTIALITIES OF AN ACTIVITY IN THE TRAINING OF PHYSICAL EDUCATORS

Jefferson José dos Santos¹, Graciely Rocha Braga²

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia /Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física,
jeffersonsants_@hotmail.com

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas,
graciely.braga@uesb.edu.br

Resumo

Apresentamos o desenvolvimento e resultados de uma pesquisa de caráter qualitativo realizada com futuros professores de Física, tendo por objetivo analisar uma atividade mediada pela modelagem matemática como estratégia didático-metodológica para um ensino e aprendizagem de conhecimentos físicos pautada na problematização, experimentação, construção e generalização de conceitos pertinentes a compreensão de situações reais. A atividade foi desenvolvida com estudantes do 7º semestre do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do sudoeste da Bahia no âmbito da disciplina Estágio Supervisionado em Física I. Os alunos montaram e experimentaram um sistema de polias para resolver um problema relativo à força resultante e o funcionamento de máquinas simples, apresentando ao final um modelo matemático para explicar o fenômeno observado. A atividade desenvolvida possibilitou a construção relevante dos conhecimentos científicos, levando os alunos a fomentar modelos, soluções e generalizações do conhecimento construído, permitindo que problemas reais pudessem ser discutidos e assimilados por meio da articulação entre fenômeno físico e modelo matemático.

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Ensino de Física, Atividade Experimental, Formação de Professores.

Abstract

We present the development and results of a qualitative research conducted with future Physics teachers, aiming to analyze an activity mediated by mathematical modeling as a didactic-methodological strategy for a teaching and learning of physical knowledge based on problematization, experimentation, construction and generalization of concepts relevant to understanding real situations. The activity was developed with students of the 7th semester of the Physics Degree course at the State University of Southwest Bahia within the supervised Internship in Physics I. The students set up and experimented with a pulley system to solve a problem related to the resulting force and the functioning of simple machines, presenting at the end a mathematical model to explain the observed phenomenon. The activity developed enabled the relevant construction of scientific knowledge, leading the students to foster models, solutions, and generalizations of the built knowledge, allowing real problems

to be discussed and assimilated through the articulation between physical phenomenon and mathematical model.

Keywords: Mathematical Modeling, Physics Teaching, Experimental Activity, Teacher Training.

Introdução

A Ciência possibilita o entendimento do mundo em que vivemos por meio de uma perspectiva que a concede características próprias de contemplar e compreender os fenômenos naturais, compartilhada pela comunidade que as constitui; trata-se de uma investigação humana imbricada às exigências culturais, sociais e econômicas de cada época. A Física, por exemplo, apresenta leis, teorias, princípios e modelos para descrever e representar o comportamento da natureza, nesse processo, os modelos matemáticos exercem importante papel na Física, pois estes expressam suas teorias (LAZADA et al, 2006).

A Matemática traduz o fenômeno físico através de uma linguagem simbólica, viabilizando um conjunto de ferramentas que possibilitam o tratamento lógico-matemático dos dados obtidos na observação e experimentação. Cabe ressaltar que a produção do conhecimento científico não se restringe a estes parâmetros, ainda que desta construção façam parte. O problema também é intrínseco à produção de conhecimento físico, “[...] para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão, se não houver questão, não pode haver conhecimento científico” (BACHELARD, 1997, apud DELIZOICOV, 2001, p.130).

Ao considerar esses aspectos sobre a Ciência e a produção do conhecimento científico, acreditamos que o ensino de Ciências, em especial da Física, deve privilegiar o ensino de modelos matemáticos como linguagem relevante para compreender fenômenos físicos presentes na realidade dos sujeitos aprendizes. A problematização de situações contextualizadas que favorecem a participação dos alunos pode vir a configurar práticas pedagógicas que superem a memorização de equações vazias de significado, que não parece exercer influência na vida dos estudantes.

Apresentamos o desenvolvimento e resultados de uma pesquisa de caráter qualitativo realizada com futuros professores de Física, tendo por objetivo analisar uma atividade mediada pela Modelagem Matemática como estratégia didático-metodológica para um ensino e aprendizagem de conhecimentos físicos pautada na problematização, experimentação, construção e generalização de conceitos pertinentes a compreensão de situações reais.

Pressupostos Teórico-Metodológicos

Os modelos matemáticos são representações ou interpretações da realidade, são menos complexos do que a realidade e, por muitas vezes, são utilizados para prever e explicar fenômenos com alto grau de precisão. O ato de modelar surge, geralmente, de alguma situação problema, raramente um problema individual, mas um problema que afeta um grupo de sujeitos que vivencia uma realidade igual ou similar, por isso é importante que o ensino de Física privilegie temáticas que

evidenciem as situações-problema experimentadas pelos estudantes e pela comunidade em que eles vivem (HEIN; BIEMBENGUT, 2007).

Verificamos diferentes perspectivas de Modelagem Matemática na educação (ARAÚJO, 2007), mas as diferentes interpretações apresentam como característica comum a concepção de que a Modelagem Matemática consiste em utilizar a matemática para compreender situações reais, como afirma Bassanezi:

A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. (...) a modelagem pressupõe multidisciplinariedade. E, nesse sentido, vai ao encontro das novas tendências que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa BASSANEZI (2002, p.16).

Segundo Batista e Fusinato (2015), no ensino de Física a modelagem matemática pode instigar os alunos a investigarem problemas físicos que descrevem situações reais, aproximando o conhecimento ensinado na escola do cotidiano dos alunos. Os autores ainda mencionam que a pesquisas sobre Modelagem Matemática no ensino de Física, em sua maioria, utilizam a modelagem computacional por meio de softwares. No ensino de Física, em que a relação entre o fenômeno físico e o modelo matemático é apresentada, geralmente, de forma desarticulada com enfoque na memorização de fórmulas, a Modelagem Matemática pode possibilitar a construção de leis físicas por meio da observação, experimentação, interpretação e resolução de problemas.

A resolução de problemas é importante no processo de ensino e aprendizagem, mas aqui, queremos enfatizar e privilegiar problemas que devem possuir “[...] o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não lhe foi apresentado pelo professor” (DELIZOICOV, 2001, p.133), possibilitando o levantamento e a discussão das concepções prévias que os alunos trazem consigo a partir da problematização do conteúdo num diálogo com a participação de todos. Nesse entendimento, o professor possui o papel de mediador entre o sujeito do conhecimento (estudante) e o objeto do conhecimento (conhecimentos científicos), problematizando as situações, aguçando as explicações contraditórias, evidenciando limitações do conhecimento explicitado e levando o aluno a romper com o conhecimento de senso comum para o conhecimento científico.

A Modelagem Matemática pode vir a ser uma viável estratégia didático-metodológica nas aulas de Física para interpretação e compreensão de situações reais numa abordagem problematizadora, favorecendo a exploração e compreensão de conhecimentos da Física que permitam aos alunos perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (BRASIL, 1999).

Metodologia

A atividade foi desenvolvida com estudantes do 7º semestre do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia no âmbito da disciplina Estágio Supervisionado em Física I. Essa tem a função de garantir ao futuro professor sua inserção, supervisionada, na prática profissional nas séries finais do Ensino Fundamental em instituições educacionais. A atividade foi desenvolvida pela

professora da disciplina em colaboração com um professor de Física e Matemática da educação básica.

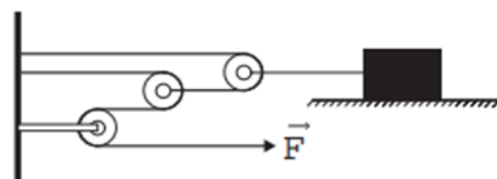
Os instrumentos para coleta dos dados gerados durante a atividade foram questionários, fotografias e registros das observações dos pesquisadores. Para este trabalho foram analisados os questionários respondidos pelos futuros professores a fim de verificarmos as potencialidades e limitações da atividade para o ensino-aprendizagem de conhecimentos da Ciência/Física na perspectiva da Modelagem Matemática. A análise dos dados utilizada neste trabalho foi a descritiva, em virtude de que são constituídos principalmente pelas falas dos professores em formação. Segundo Fazenda, Tavares e Godoy (2015, p. 113) “o ato narrativo possibilita a reflexão sobre o processo investigado [...]”, os dados foram interpretados com base no referencial teórico.

Aspirávamos por desenvolver uma atividade que pudesse discutir situações reais por meio de modelos matemáticos, mas que esses modelos pudessem ser construídos pelo próprio estudante por meio de relações e interpretações oriundas da experimentação. Assim, optamos por planejar uma atividade experimental com polias para construir os conhecimentos acerca de forças e máquinas simples. A atividade foi iniciada com uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio, Figura 1, os alunos foram orientados a ler e discutir a questão.

Figura 1: questão 82 da prova azul do ENEM-2016

QUESTÃO 82

Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força F , paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N. Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



Disponível em: www.histedbr.fae.unicamp.br. Acesso em: 28 fev. 2013 (adaptado).

O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi

- A** 3. **B** 6. **C** 7. **D** 8. **E** 10.

Fonte: disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2016/CAD_ENEM_2016_DIA_1_01_AZUL.pdf> Acesso em 20 Fev.2020

Após, às seguintes perguntas foram realizadas pelo professor: É comum observarmos em uma obra, pedreiros e/ou um guindaste utilizando polias para erguer diferentes “pesos”. Como o número e a combinação de polias influencia na força aplicada para erguer o “peso”? Em relação à situação descrita na questão do ENEM, o arranjo e quantidade de polias tiveram a mesma influência? Alguns alunos tentaram responder os questionamentos. Considerando que os alunos da graduação já conheciam os conceitos de força resultante, peso, tração e atrito, entre outros pertinentes à resolução do problema, nos debruçamos em investigar e responder as questões através da construção de um sistema de polias similar ao ilustrado na questão do ENEM, utilizando a Modelagem Matemática como estratégia norteadora da organização dos conhecimentos. Para isto, os estudantes foram conduzidos a uma

das quadras da universidade e foi lhes fornecido pedaços de corda, uma balança de gancho (balança utilizada em peixaria), cinco polias e um saco contendo 10 quilogramas de areia.

O experimento foi montado em uma das traves da quadra. A escala da balança foi transformada em medidas de força expressa em newtons. Em seguida, foi pedido para que eles construíssem o sistema intercalando o acréscimo de polias com medições na balança. A primeira polia foi presa a barra superior da trave, e a balança foi fixada no piso da quadra e em uma das extremidades da corda.

Ao sustentar o saco de areia, verificaram que a medida na balança era igual ao peso relativo aos 10 quilogramas de areia, em seguida, os alunos incluíram no sistema uma polia apoiada somente na corda, identificando-a como tipo móvel já que esta podia mover-se na direção vertical, a marcação na balança passou a ser igual a metade do peso da areia. Ao adicionar as polias móveis verificaram respectivamente as medidas: um quarto, um oitavo e $1/16$ do peso da areia. Alguns alunos sinalizaram que no acréscimo de mais uma nova polia móvel o valor observado para a balança deveria ser metade do peso medido anteriormente. A figura a seguir evidencia o sistema montado.

Figura 2: sistema de polias completo



Fonte: arquivo pessoal

Por fim, algumas questões foram apresentadas com o intuito de conhecer o sistema como um todo. Indagamos sobre o suposto desaparecimento de parte do peso original da areia, a diminuição do deslocamento vertical das polias móveis ao erguer o saco de areia e a influência do peso das polias e cordas nas medidas realizadas. Os alunos foram orientados a registrar os dados obtidos em uma tabela e em sala de aula construir um gráfico que pudesse relacionar o número de polias com o peso medido na balança. Reunidos em grupos, foi proposto que os estudantes estabelecessem relações entre as grandezas estudadas atribuindo n como número de polias, P_0 o peso da areia e F a força resultante verificada com o uso da balança de gancho graduada em newtons.

Ao verificarem as relações de proporcionalidades entre as grandezas os alunos modelaram algumas equações, por exemplo, $F = \frac{mg}{n}$, o modelo satisfaz as medidas de F para a primeira e segunda polia adicionada, mas foi incoerente para as demais medidas. Após outra análise e discussões sobre os dados, os alunos perceberam que a força F era inversamente proporcional a uma exponencial de base dois, concernente com o gráfico obtido que possuía um aspecto de função exponencial, a nova equação passou a ser $F = \frac{mg}{2^{(n-1)}}$, considerando que não há distinção entre as polias. No final eles apresentaram a seguinte equação: $F = \frac{mg}{2^n}$, considerando que n deve ser o número de polias do tipo móvel. Com o modelo matemático construído, os alunos retomaram o problema inicial e obtiveram a resposta da questão do ENEM.

Resultados e Discussão

Ao final da situação de ensino, os alunos receberam um questionário contendo três questões, a fim de que eles pudessem expressar suas conclusões e avaliações da proposta de ensino. Destacamos a seguir, as falas de alguns estudantes (E) em relação às perguntas presentes no questionário.

1 - As situações de ensino na perspectiva da modelagem matemática podem auxiliar o aluno na compreensão das leis e princípios da física? Justifique.

E₁: A meu ver sim, pois muitas vezes as famosas fórmulas matemáticas são simplesmente jogadas ao aluno como uma receita pronta para uso. Ao realizar a modelagem matemática a partir de algum fenômeno físico os alunos podem perceber que as equações nada mais são do que descrições daquele fenômeno, no qual a matemática dá espaço ao raciocínio lógico, e o ato de decorar as equações se torna um processo de construção das mesmas.

Segundo Pietrocola (2001;2002) a Matemática tem papel relevante no ensino de Física, tanto quanto tem no processo de produção, enquanto linguagem estruturante das ideias físicas sobre o mundo, no entanto, as atividades escolares acabam por se restringir às aplicações de formalismos matemáticos e aos exercícios numéricos extraídos das teorias. Verificamos na fala do estudante (E₁) que a Modelagem Matemática oportunizou a construção de um modelo matemático significativo, contextualizado, que exerce um importante papel para compreensão de fenômenos naturais e desenvolvimento de conceitos da Física.

2 - Quais foram as contribuições da atividade envolvendo polias para o ensino e aprendizagem das máquinas simples ou sistemas envolvendo forças?

E₂: Muitas vezes, mesmo se tratando de fenômenos clássicos, os conteúdos de Física se mostram bastante abstratos. Mesmo um sistema envolvendo máquinas simples pode ser difícil de imaginar e mais difícil ainda entender os seus resultados. No caso das polias obtivemos um interessantíssimo resultado em que ao adicionar polias móveis no sistema a força necessária para movê-lo caía pela metade do que precisávamos antes [...]. Com esta atividade os alunos podem conferir através de suas medidas o que de fato acontece e como as grandezas se relacionam, além disto, desenvolver o modelo matemático para o sistema em questão, fazendo uso da linguagem matemática na representação do fenômeno da Física na prática e seguindo seu próprio raciocínio lógico.

A fala acima evidencia o papel da Modelagem Matemática na construção dos conhecimentos de Física, fornecendo ao estudante instrumentos para o desenvolvimento de um raciocínio lógico e autônomo, ancorado na experimentação e observação. O ensino da ciência deve propiciar meios para que os estudantes adquiram a habilidade de estruturar seu pensamento para apreender o mundo (PIETROCOLA, 2002).

3 - Quais as possíveis potencialidades e limitações de ensinar conceitos da física ancorados na modelagem matemática em aulas da educação básica? Explique.

E₄: Como potencialidades, é possível verificar que o discente acaba participando de maneira mais ativa em atividades que relacionam a prática, capacitando-os no ato de pensar de forma crítica e reflexiva diante das situações cotidianas relacionando com o tema/conteúdo da disciplina, ou seja, o professor dá autonomia a esse aluno. Pode-se obter um aspecto interdisciplinar e transversal, ou seja, podendo contribuir para além da Física abordando conteúdos de outras disciplinas. Em relação às limitações é possível apontar aspectos como a falta de infraestrutura de algumas escolas e baixa carga horária de Física.

Por meio da resposta do estudante (E₄), inferimos que Modelagem Matemática possibilitou a participação ativa dos alunos, despertando o interesse destes e concedendo autonomia para pensar e agir sobre determinado problema, bem como desenvolveu nos estudantes uma consciência crítica diante das situações do dia-a-dia, e mostrou-se uma viável estratégia para práticas interdisciplinares. Bassanezi (2002), define a modelagem matemática como um processo dinâmico, que transforma problemas reais em problemas matemáticos, interpretando suas soluções com a linguagem do mundo real, além de que o desenvolvimento do gosto pela matemática é facilitado quando movido por estímulos provenientes do mundo real.

O tempo disponível nas aulas de Física e a infraestrutura da escola são indicados pelos alunos como limitações da didática. Salientamos que o professor também deve dispor de tempo para o planejamento das atividades e estas podem ser mediadas por experimentos virtuais (BATISTA; FUSINATO, 2015). No final, por meio das falas dos alunos, percebemos uma melhor compreensão das equações, grandezas e fenômenos físicos, não apenas teoricamente, mas na aplicação destes para explicar problemas da prática.

Considerações Finais

A criação de modelos com vistas a representar fenômenos é inerente ao ser humano (LEVY; SANTO, 2007), na Física, os modelos matemáticos são utilizados para expressar leis e representar a realidade. No ensino de Física a Modelagem Matemática pode oportunizar práticas de ensino em que o aluno participe ativamente do processo de construção de conhecimento se tornando sujeito do seu pensar, interpretando e entendendo o mundo que o cerca por meio da matemática.

A atividade desenvolvida com futuros professores de Física empregando a Modelagem Matemática como uma estratégia didático-metodológica para o ensino de fenômenos físicos, possibilitou a construção relevante dos conhecimentos científicos, por meio de analogias, experimentação e interpretações que levaram os alunos a fomentar modelos, soluções e generalizações do conhecimento construído. A

atividade também permitiu que problemas reais pudessem ser discutidos e assimilados por meio da articulação entre fenômeno físico e modelo matemático.

A abordagem dos conhecimentos sobre forças e máquinas simples por meio da dinâmica evidenciou para os estudantes que as “fórmulas” podem ser ensinadas de maneira significativa, combinada e vinculada a situações cotidianas, rompendo com a ideia de uma Física que se restringe à memorização de fórmulas desarticuladas e vazias de significado. Essencialmente, o desenvolvimento da atividade com futuros professores de Física, possibilitou apontar para estes a necessidade da formação de educadores críticos que privilegiem práticas de ensino compromissadas com a formação de um cidadão para o mundo atual, capaz de compreender informações, julgar e propor alternativas a diferentes situações-problema e intervir positivamente na sociedade.

Referências

- ARAÚJO, J. L. Relação entre Matemática e Realidade em Algumas Perspectivas de Modelagem Matemática na Educação Matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 17-32
- BASSANEZI, R.C. **Ensino Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo. Contexto, 2002.
- BATISTA, M.C; FUSINATO, P.A. A Utilização da Modelagem Matemáticas como Encaminhamento Metodológico no Ensino de Física. **Rencima**.v.6, n. 2, p. 86-96, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1999.
- DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p.236.
- FAZENDA, C. A.; TAVARES, D. E.; GODOY, H. P. **Interdisciplinaridade na pesquisa científica. Brasil**. Papirus, 2015.
- HEIN, N.; BIEMBENGUT, M.S. Sobre a Modelagem Matemática do Saber e Seus Limites. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 33-47.
- LEVY, L.F.; SANTO, A.O.E. A Modelagem Matemática com Caráter Transdisciplinar e a Aliança entre Pensamentos Verbais. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 49-65.
- PIETROCOLA, M. A Matemática como Estruturante do Conhecimento Físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**: v.19, n.1 p. 89-109, 2002.
- PIETROCOLA, M. & Alves Filho, J. P. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 31-52.

HERANÇA CULTURAL DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: A INFLUÊNCIA DO PROFESSOR DA EDUCAÇÃO BÁSICA NA ESCOLHA PELA DOCÊNCIA

CULTURAL HERITAGE OF SCIENCE EDUCATION: THE EFFECT OF BASIC EDUCATION TEACHER'S ON THE CHOOSE THE TEACHER CAREER

Leandro da Silva Barcellos¹, Geide Rosa Coelho²

¹UFES/PPGE, leandrobarcellos5@gmail.com

²UFES/PPGE/PPGEnFis, geidecoelho@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa mais ampla sobre heranças culturais da educação científica. Nosso objetivo é analisar a influência de professores de Física do ensino médio na escolha de estudantes pelo curso de licenciatura em Física de uma universidade pública federal. Para tanto, realizamos entrevistas narrativa e de explicitação com três alunos, no segundo semestre de 2019, nas quais buscamos resgatar a história desses sujeitos para identificar e descrever as marcas deixadas nas interações deles com os professores de Física do ensino médio. As entrevistas foram gravadas em áudio e analisadas qualitativamente por meio da Análise de Conteúdo, compreendendo cada narrativa como um micro-estudo de caso. A análise evidencia as diferentes marcas deixadas pelos docentes nas trajetórias escolares dos licenciandos: auxílio com a matemática; atividades experimentais; e valorização e fomento da curiosidade pela disciplina. Isso ratifica o aspecto da pessoalidade das heranças culturais. Notamos que esses registros, de certa forma, fomentaram o interesse dos sujeitos pela disciplina de Física, o que contribui significativamente para a escolha pelo magistério. Consideramos que os resultados desta pesquisa podem auxiliar no processo de compreensão das razões para a escolha da carreira docente e da forma como a escola afeta a vida dos sujeitos que passam por ela.

Palavras-chave: Formação de professores; Profissão docente; Herança cultural; Licenciatura em física.

Abstract

This article shows part of the results of a broad research about cultural heritage of science education. Our objective is analyze the influence of high school physics' teachers in the student's choice for the Physics teachers' training courses of public federal university. For this, we realize narrative interview and explicitation interview techniques with three students, in the second semester of 2019, in which recover the students history for identify and describe the marks of their' interaction with high school physics' teachers. The interviews were record by audio and qualitatively analyzed by Content Analysis, we understand each narrative like a micro-case study. The results show the different marks by teachers in the students history: help with math; experimental activities; and valorization and encourage of curiosity for the discipline. This

ratifies the individuality aspect of the cultural heritage. We noticed that records, in some way, encouraged the interest for the physics, it contributes importantly for the choose the teacher career. We believe that these results bring contributions to the process of understanding the reasons for the choose the teacher career and how the school affect the life of students.

Keywords: Teacher training; Teaching profession; Cultural Heritage; Physics teachers' training courses.

Introdução

De acordo com Rabelo e Cavenaghi (2016), a escassez de professores da educação básica tem sido objeto de estudo de pesquisadores do campo da educação, pois mesmo diante de iniciativas do governo federal na criação de incentivos aos cursos de licenciatura, ainda é recorrente o problema da evasão nas universidades e dos docentes que já estão na sala de aula sem a respectiva formação para a disciplina que lecionam.

As mesmas pesquisadoras, baseadas em dados do Censo da Educação Básica e Censo da Educação Superior, de 2009 a 2013, mostram que, apenas 26,8% do total de professores de Física possuem formação nesse campo e que as taxas de conclusão dos cursos de licenciatura são muito baixas. Por exemplo, em 2009, apenas 20,5% dos ingressantes concluíram o curso de Física. Rabelo e Cavenaghi (2016) também afirmam que, entre os jovens, as carreiras voltadas para o magistério na educação básica são cada vez menos procuradas, e o baixo retorno econômico e simbólico estão entre as justificativas mais citadas.

Com o intuito de contribuir com reflexões sobre essa problemática, autores como Silva e Barbosa (2019) e Garcia, Batista e Silva (2018) têm investigado elementos associados à escolha dos estudantes pelo curso de licenciatura em Física. Esses autores consideram importante explorar a trajetória dos estudantes de cursos de licenciatura buscando compreender atitudes, escolhas e motivações para a permanência no curso e na profissão docente. Nesse sentido, buscamos nesta pesquisa analisar, sob o olhar das heranças culturais da educação científica, a influência de professores de Física do ensino médio na escolha de estudantes pelo curso de licenciatura em Física de uma universidade pública federal.

Fundamentação teórica

Reconhecemos que diferentes elementos podem exercer influência sobre um sujeito na escolha por um curso no ensino superior. Contudo, nesta pesquisa, enfocaremos no fator “professor de Física da educação básica”. Tal escolha se ancora em autores como Stamberg e Nehring (2018), Tardif (2012) e Nóvoa (2009) que defendem a significativa importância do professor na constituição dos futuros docentes, em que eles podem influenciar não apenas na decisão em seguir (ou não) na carreira de magistério, mas também em comportamentos, conhecimentos, destrezas, atitudes e valores por parte dos licenciandos.

Isso porque o professor, no exercício da profissão, mobiliza diferentes saberes, realizando um movimento de construção e reconstrução no processo de ensino-aprendizagem. Por meio das ações realizadas, o professor pode tornar-se uma referência para os estudantes, influenciando-os, por exemplo, pelas

características pessoais. Logo, essa dimensão também deve ser considerada nas investigações sobre a formação docente (STAMBERG; NEHRING, 2018), especialmente se partimos do princípio de que “ensinar é trabalhar com seres humanos, sobre seres humanos, para seres humanos” (TARDIF, 2012, p. 31).

Essa concepção é compartilhada com Nóvoa (2009) que afirma que as dimensões pessoais e profissionais estão imbricadas no exercício da docência. Conseqüentemente, elementos intrínsecos às interações humanas, como personalidade e afetividade, tornam-se tão importantes quanto o domínio do conhecimento técnico.

Stamberg e Nehring (2018) afirmam que ao recordar a própria trajetória escolar, enfocando na prática de um professor, resgatamos a imagem daqueles que nos ensinaram e deixaram marcas em nossas vidas. Tais marcas originadas, por exemplo, em aulas das disciplinas de Ciências da Natureza, como a Física, podem ser entendidas como heranças culturais da educação científica proporcionadas pelas disciplinas de ciências do ensino médio.

De acordo com Borges (2007), a herança cultural da educação em ciências em uma pessoa que concluiu a educação básica é algo complexo e que está ligada à conformação da personalidade humana. O mesmo pesquisador recorre a Bruner (1996) que caracteriza a personalidade humana como sendo a edificação de um sistema conceitual que organiza um ‘registro’ de ativos encontros com o mundo da forma como ele era. Tais encontros estão relacionados ao passado, mas extrapolam-se para o futuro.

Borges (2007) parte do princípio de que a escola deixa marcas em todas as pessoas que passam pelo processo de escolarização. Então, ao deixarmos a escola básica, carregamos conhecimentos sistematizados e um conjunto de registros pessoais das experiências que vivemos naquele espaço, entre elas, as interações com os docentes. Esse conjunto de registros das interações aluno-professor, proporcionados pela educação em ciências, constitui a história do sujeito, na qual está impressa a trajetória de seu desenvolvimento enquanto pessoa humana. “Essa história é a herança cultural que herdamos da educação em ciências que vivenciamos” (BORGES, 2007, p. 17).

Tal entendimento se ancora em uma perspectiva antropológica, na qual a educação em ciências é vista como um processo de transmissão cultural e a aprendizagem como um processo de enculturação (COBERN; AIKENHEAD, 1998). Assim, a aprendizagem em ciências está relacionada à iniciação dos estudantes nas ideias e práticas da comunidade científica. Isso nos permite compreender a aprendizagem em ciências como sendo um processo de introdução dos estudantes na cultura das ciências (DRIVER *et al.*, 1999). No processo de enculturação, o professor precisa disponibilizar para os alunos as ferramentas culturais da comunidade científica, conduzindo-os no processo de apropriação dos modelos, reconhecimento de seus domínios e aplicabilidades para que eles sejam capazes de utilizá-los (BARCELLOS; COELHO, 2019). Nesses momentos, ocorrem interações entre professor e aluno, as quais, por vezes, são tão marcantes que influenciam o sujeito a seguir a carreira docente. Ou seja, o professor deixou marcas tão significativas na história desse indivíduo que moldou, de certa forma, sua trajetória. Portanto, podemos entender como sendo uma herança cultural da educação científica parte do desejo do sujeito em tornar-se professor devido à influência de um docente.

Para Borges (2007), uma herança cultural deve persistir para muito além dos anos da escolarização básica, como no caso da escolha (ou ao menos pretensão) por uma carreira profissional. Nesse sentido, buscamos resgatar a história de licenciandos em Física, a fim de examinar alguns dos aspectos dessa possível herança cultural da educação científica, cuja origem esteja majoritariamente vinculada ao ensino de ciências vivenciado no ensino médio. Especificamente nos interessa os registros que eles guardam das interações com os professores que consideram que os influenciaram a optar pelo curso de licenciatura em Física. Por conseguinte, a educação em ciências e a herança cultural possuem um aspecto conformativo da personalidade. Isto posto, buscamos investigar as narrativas dos sujeitos na forma de memórias episódicas de eventos marcantes ocorridos durante as aulas de Física com os professores ditos influentes.

Percurso metodológico

Realizamos um estudo qualitativo no qual os dados foram produzidos a partir de entrevistas narrativas e de explicitação (WYKROTA; BORGES, 2004) com três licenciandos em Física de uma universidade pública federal. Tais entrevistas foram realizadas individualmente no ano de 2019, e gravadas em áudio com o consentimento dos entrevistados. Utilizamos nomes fictícios para preservar as identidades dos participantes. É importante destacar que as entrevistas foram conduzidas pelo primeiro autor desta pesquisa, que foi também professor dos três sujeitos durante dois semestres consecutivos em disciplinas pedagógicas obrigatórias do curso de licenciatura supracitado. Nesse contato inicial pudemos selecionar, por oportunidade, os sujeitos que previamente sinalizaram que a escolha pelo curso foi influenciada por um professor de Física do ensino médio.

O potencial das narrativas foi explorado como parte dos processos de reflexão pedagógica e de formação dos estudantes (GALVÃO, 2005). Isso porque as narrativas estabelecem uma interlocução entre as memórias de um indivíduo e sua trajetória de vida, possibilitando uma autorreflexão sobre seu percurso formativo. Nas palavras de Cunha (1997, p. 3): “assim como a experiência produz o discurso, este também produz a experiência”. Assim sendo, a seguinte pergunta geradora foi direcionada aos participantes:

Quero que você me conte a história das suas aulas de física com o professor que você considera que influenciou sua escolha pelo curso. A melhor maneira de fazer isso seria você começar pelas primeiras aulas com esse docente, descrevendo-o, juntamente com as atividades, estratégias didáticas e demais elementos que ocorreram naquele contexto e que contribuíram para que você atribuísse a ele tal influência. Você pode levar o tempo que for preciso, pois tudo que você disser me interessa.

Em seguida realizamos perguntas de explicitação (WYKROTA; BORGES, 2004), as quais variaram de acordo com os episódios narrados por cada indivíduo. Tais indagações objetivavam explicitar alguns episódios das interações professor-aluno, de modo que os entrevistados pudessem descrevê-las o mais detalhadamente possível.

Os dados foram transcritos de maneira fidedigna, logo, as ocorrências de linguagem coloquial foram mantidas para preservar o contexto e a autenticidade dos enunciados. Para a análise nos baseamos na noção de que cada narrativa pode ser descrita como um micro-estudo de caso, nos quais buscamos descrever e caracterizar os encontros entre professor-aluno considerados marcantes pelos

sujeitos (BORGES, 2007; WYKROTA; BORGES, 2004). Tal escolha se ancora no aspecto da pessoalidade da herança cultural, o que denota um esclarecimento peculiar de cada narrativa. Portanto, não buscamos operar com categorias *a priori*, mas sim colocar o sujeito da narrativa em contato consigo próprio, respeitando a singularidade de cada indivíduo (ABRAHÃO, 2016). Coadunando com essa perspectiva, utilizamos a análise de conteúdo com o intuito de conhecer aquilo que está por trás do significado das palavras dos sujeitos, por meio de uma descrição objetiva e sistemática do conteúdo extraído das narrativas e da sua respectiva interpretação (BARDIN, 2011).

Análise, resultados e discussões

Nesta seção apresentamos as interpretações dos micro-casos. Apresentamos trechos das narrativas dos sujeitos acompanhadas de elementos interpretativos.

Lauro

No momento da entrevista, Lauro tinha 20 anos de idade e havia ingressado no curso de licenciatura em Física no ano de 2018.

O que me fez, foi, despertar, em relação à física, foi... é, o tratamento que ele tinha, especialmente comigo. Porque, por exemplo, minha base de matemática era muito ruim, e ele fazia questão de me ajudar com isso, tipo, coisas bem básicas mesmo de matemática, operação matematicazinha besta ele me ajudava, ele me ensinava macetes e eu ficava: “nossa, que isso”. [...] eu passei a ter facilidade em física [...].

De acordo com Roldão (2007), o ato de ensinar envolve criar condições para que o outro aprenda e se aproprie de algo, divergindo da ideia de “passar” um saber. Logo, um professor que percebe que a dificuldade do estudante reside em um campo afim, e toma para si a responsabilidade de ajudá-lo, pode marcar o processo de aprendizagem do sujeito. Como no caso de Lauro, em que o professor assumiu uma posição frente a isso, a qual, segundo Nóvoa (2017), envolve a construção de uma atitude pessoal enquanto profissional e perpassa uma maneira própria de agir e encontrar novas formas de atuar perante os desafios, como no caso de um aluno que chegou ao ensino médio com uma defasagem matemática.

Ueno, Arruda e Villani (2003) sinalizam para a satisfação sentida por estudantes ao solucionarem problemas de matemática, a qual é potencializada quando o aluno a articula com a Física, por enxergar nesse processo uma possibilidade de obter respostas as suas inquietações. O prazer em resolver problemas une-se ao de entender. Isso nos ajuda a compreender a afirmação de Lauro, que disse que passou a ter facilidade em Física a partir de então.

Diego

Quando ocorreu a entrevista, Diego tinha 22 anos de idade e havia ingressado no curso de licenciatura em Física no ano de 2016. O trecho adiante foi extraído da entrevista de explicitação, a partir da seguinte pergunta inspirada em Wykrota e Borges (2004): Se você tivesse que escolher uma coisa que aconteceu na aula desse professor que foi muito agradável, satisfatória, o que vem a sua mente?

Essa competição de lançamento de foguete que a gente foi no campo. [...] E aí virou uma competição em que ele incentiva mais: quem ir mais longe vai ganhar mais ponto, brincando, lógico, né, mas ele acabou criando esse espírito competitivo. [...] pra mim foi algo tão marcante que eu falei sobre o que aconteceu a semana inteira com a minha família. [...] Então, assim, eu diria que... Foi o momento que eu mais me surpreendi numa aula. Eu esqueci que aquilo ali era uma aula. Eu pensei totalmente focado naquele experimento e pensando nos aspectos, algumas coisas físicas ali, né, que a gente tava pensando de como o foguete voa mais, voa mais alto, pegar mais pressão, sair mais rápido ou não. E aí a gente ficou pensando nisso focado a aula inteira e a gente esqueceu que aquilo ali era uma aula. No final das contas a gente nem tinha percebido o quanto a gente tinha aprendido algumas coisas e tinha se divertido ao mesmo tempo.

Diego resgatou uma atividade realizada em um ambiente fora da sala de aula, na qual o professor explorou conceitos de Física Newtoniana a partir de uma competição de lançamento em distância de foguetes. Essa estratégia de ensino é comumente encontrada na literatura, como em Cuzinato *et al.* (2015) e em trabalhos relacionados a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), nos quais destacam-se aspectos como: competitividade, ludicidade, empolgação e melhora no desempenho acadêmico. Esses elementos convergem com a descrição de Diego sobre o ambiente vivido com a turma.

Laburú (2006) defende que experimentos são aliados poderosos na busca pela promoção do interesse do aluno em atividades de ensino e, conseqüentemente, no aumento da qualidade da aprendizagem. De acordo com Custódio, Pietrocola e De Souza Cruz (2013), diferentes estudos têm sugerido que o interesse é a emoção positiva que mais contribui para a aprendizagem e que sucessivas experiências capazes de fomentar o interesse pela disciplina contribuem significativamente para a escolha da carreira de magistério. A narrativa de Diego aponta para essa dimensão

Emerson

Quando ocorreu a entrevista Emerson tinha 20 anos de idade e havia ingressado no curso de licenciatura em Física no ano de 2018.

[...] Pode ter sido puxa-saco? Pode, mas... foi que as vezes quando eu fazia pergunta, porque eu era muito curioso, ele ficava, tipo assim, ou as vezes meio que espantando com minhas perguntas, ou ele ficava feliz de saber que eu tinha aquelas perguntas. Então eu ficava assim: “po, será que eu to sendo um diferencial aqui? Eu to fazendo perguntas importantes, perguntas às vezes além do que deveria ta no conhecimento ali do ensino médio”. E aquilo certamente fermentou muito a minha ideia de, tipo assim, “caramba, eu to além aqui nessa ideia de tentar ser um, de querer aprender mais sobre física”. Então acho que foi isso, nesse primeiro contato que eu tive com esse professor de poder ta falando, fazer perguntas e ele ta me esclarecendo e às vezes fazer aquela cara de “po, to espantando com ele fazendo perguntas muito interessantes”.

O episódio narrado por Emerson tem como elemento central a curiosidade. Ele se descreveu como uma pessoa bastante curiosa e que fazia muitas perguntas ao professor de Física. Custódio, Pietrocola e De Souza Cruz (2013) discutem que a curiosidade é um dos motores da busca pelo conhecimento, e a entendem como uma palavra afetiva pertencente ao grupo de emoções ‘interesse’. Nesse sentido, é possível estendermos o raciocínio do caso de Diego para o de Emerson. Ou seja, ao valorizar as perguntas trazidas por Emerson, o professor alimentou a curiosidade

dele, contribuindo, assim, para que houvesse mais experiências que fomentaram o interesse em eventos ligados a Física.

Considerações finais

Os resultados deste estudo mostram que um professor pode deixar marcas distintas na trajetória escolar do sujeito e que algumas delas são carregadas para além da escola, como na escolha pela futura profissão. Tal feito pode ser alcançado de diferentes formas, como sinalizado pela análise que realizamos: suporte em disciplina correlata; atividades experimentais; e valorização e fomento da curiosidade pela disciplina. Isso ratifica o aspecto da personalidade das heranças culturais. Notamos que esses registros, de certa forma, fomentaram o interesse dos sujeitos pela disciplina de Física, o que, de acordo com a literatura, contribui significativamente para a escolha pela carreira de magistério.

Ademais, destacamos a contribuição das narrativas autobiográficas para o processo formativo dos licenciandos. Elas possibilitaram o início do processo de tomada de consciência sobre a influência de professores marcantes nas concepções iniciais dos sujeitos sobre a docência. Reflexões como essa, na formação inicial, são importantes para que o futuro professor realize sua própria compreensão de diversos elementos do trabalho docente, se descobrindo e compreendendo a profissão, de modo a constituir sua própria identidade profissional (STAMBERG; NEHRING, 2018).

Referências

- ABRAHÃO, M. H. M. B. Intencionalidade, reflexividade, experiência e identidade em pesquisa (auto)biográfica: dimensões epistemo-empíricas em narrativas de formação. *In*: BRAGANÇA, I. F. S.; ABRAHÃO, M. H. M. B.; FERREIRA, M. S. (Orgs.). **Perspectivas epistêmico-metodológicas da pesquisa (auto)biográfica**. Curitiba: CRV, 2016. p. 29- 50.
- BARCELLOS, L. S.; COELHO, G. R. Análise do uso de objetos materiais mediacionais em uma aula investigativa de Ciências de cunho sociocientífico nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 4, n. 3, p. 513-535, 2019.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BORGES, O. Desenvolvimento de currículos e de ambientes de aprendizagem em ciências. Projeto de Pesquisa, 2007.
- BRUNER, J. **The Culture of Education**. Harvard: Harvard University Press, 1996.
- CUNHA, M. I. Conta-me agora! As narrativas como alternativas pedagógicas na pesquisa e no ensino. **Revista da Faculdade de Educação**, vol. 23, n. 1-2, Jan./Dec. 1997.
- CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M.; DE SOUZA CRUZ, F. F. Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 25-57, abr. 2013.

- CUZINATTO, R. R. et al. Rocketeers UNIFAL-MG: o ensino de física através do lançamento de foguetes artesanais. **Revista Ciência em Extensão**, v.11, n. 3, p.40-62, 2015.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 9, n. 5, p. 31-40, 1999.
- GALVÃO, C. Narrativas em educação. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 327-345, 2005.
- GARCIA, M. F.; BATISTA, M. C. S.; SILVA, D. A escolha da carreira docente em Física: tensões e desafios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 42-63, abr. 2018.
- LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n.3, p. 383-405, dez. 2006.
- NÓVOA, A. Para una formación de profesores construida dentro de la profesión. **Revista de Educación**, v. 350. p. 203-218, 2009.
- NÓVOA, A. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 47, n. 166, p. 1106-1133, 2017.
- RABELO, R. P.; CAVENAGHI, S. M. Indicadores educacionais para formação de docentes: uso de dados longitudinais. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 27, n. 66, p. 816-850, set./dez. 2016.
- ROLDÃO, M. C. Formação de professores, construção do saber profissional e cultura da profissionalização: que triangulação? *In*: ALONSO, L.; ROLDÃO, M. C. (Orgs.). **Ser professor do 1º ciclo: construindo a profissão**. Coimbra: Almedina, 2005. p. 13-25.
- SILVA, L. M.; BARBOSA, R. C. Aspectos sociais na escolha pela licenciatura em física: uma análise em universidades do rio grande do sul. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, n. u, p. 1-16, 2019.
- STAMBERG, C. S.; NEHRING, C. As influências do professor formador e o saber específico na escolha pela docência em Matemática. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 12, n. 2, p. 345-360, maio/ago. 2018.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 13. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- UENO, M. H.; ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Uma reflexão sobre o gostar de Física segundo uma abordagem psicanalítica. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD.
- WYKROTA, J. L. M.; BORGES, O. N. Aspectos emocionais de condutas de professores no ensino de Física. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas. **Anais...** . Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA IDENTIDADE DOCENTE: NARRATIVAS DE UM PROFESSOR DE FÍSICA

THE TEACHING IDENTITY CONSTRUCTION PROCESS: NARRATIVES OF A PHYSICS TEACHER

Fernanda Rodrigues Alves Costa¹, Geide Rosa Coelho²

¹Instituto Federal Minas Gerais/Campus Betim, fernandaracosta@gmail.com

²Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Educação, geidecoelho@gmail.com

Resumo

Este trabalho busca compreender aspectos envolvidos no processo de constituição da identidade e do desenvolvimento profissional docente a partir do relato de um professor de física sobre sua trajetória de vida e carreira. À luz dos estudos de Antônio Nóvoa, concebemos a constituição identitária docente enquanto processo contínuo, ao qual relacionam-se questões pessoais e profissionais, bem como os contextos de vida do professor. O procedimento metodológico desta pesquisa define-se como de natureza (auto)biográfica, no qual utiliza-se a narrativa oral para produção de dados. A análise do relato é constituída pelo destaque de três momentos assim nomeados: O professor leigo, Formando-se professor de física e O professor formando-se. As reflexões apresentadas apontam que o processo de constituição da identidade do professor e de desenvolvimento profissional é um processo longo, dinâmico, contínuo e complexo, que articula múltiplos fatores e perpassa diversas questões que vão desde a sua experiência anterior à docência, seguindo para a formação em licenciatura, até tornar-se professor e estabelecer um processo contínuo de formação.

Palavras-chave: Formação do professor de física, Identidade profissional docente, narrativa autobiográfica.

Abstract

This work seeks to understand aspects involved in the process of constituting the identity and the professional development of teachers based on the report of a physics teacher about his life and career trajectory. In the light of Antônio Nóvoa's studies, we conceived the teaching identity constitution as a continuous process, to which personal and professional issues are related, as well as the teacher's life contexts. The methodological procedure of this research is defined as (auto) biographical in nature, in which the oral narrative is used for data production. The analysis of the report consists of the highlight of three moments named as follows: The lay teacher, Forming physics teacher and The forming teacher. The reflections presented point out that the process of constituting the teacher's identity and professional development is a long, dynamic, continuous and complex process, which articulates multiple factors and goes through several issues that range from their previous experience to teaching, going on to training in degree, until becoming a teacher and establishing a continuous training process.

Keywords: Physics teacher training, teaching professional identity, autobiographical narrative.

Introdução

Neste estudo analisamos a história narrada por Antônio¹, professor de um instituto federal, ao relatar sobre o seu caminho na educação e o processo pelo qual vem se tornando professor de física. Nosso objetivo é compreender aspectos do processo de constituição identitária docente e do desenvolvimento profissional que emergem do relato (auto)biográfico do professor participante desta pesquisa.

Como ponto de partida teórico, esta reflexão entende o professor enquanto sujeito histórico, social, dinâmico, em constante processo de constituição. Enquanto profissional, exige-se deste sujeito saberes formais e saberes da experiência, envolvendo-o num processo contínuo e participado de autoformação por meio da reflexão sobre a ação. Nesse sentido, compreendemos que é na escola, no exercício da profissão e na relação com os outros professores que se aprende a ser professor. “Ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão da prática” (FREIRE, 1991, p. 58).

Compreender o professor nesta perspectiva traz implícito que aspectos pessoais e profissionais, tal qual sua história de vida, repercutem na maneira de conceber e viver a profissão. Assim, apoiados em Nóvoa (1992, 1995, 2009, 2013, 2017, 2019), entendemos que a identidade profissional docente está fortemente relacionada com a cultura da profissão, o contexto institucional e a interação com os outros sujeitos, estando em constante processo de transformação.

Tais considerações possibilitam entender que o processo de construção da identidade profissional do professor está correlacionado ao seu desenvolvimento profissional e perpassa por sua história de vida, desde momentos anteriores à formação inicial até os momentos de aprendizado no interior da profissão. Assim, o processo de constituir-se professor demanda tempo, tempo para refletir, atribuir sentido às experiências e promover mudanças na prática. Nóvoa (2013, p. 16) realça o caráter dinâmico e complexo que caracteriza a identidade profissional docente ao afirmar que “(...) a identidade não é um dado adquirido, não é uma propriedade, não é um produto. A identidade é um lugar de lutas e conflitos, é um espaço de construção de maneiras de ser e estar na profissão”.

Entendemos, portanto, o desenvolvimento profissional dos professores enquadrando-o na procura da identidade profissional, numa conotação de evolução e de continuidade. Visto desta forma, o desenvolvimento profissional assume uma perspectiva de aprendizagem ao longo da vida e supera a justaposição entre formação inicial e formação contínua dos professores (GARCÍA, 2009).

¹ Pseudônimo escolhido pelo professor participante da pesquisa.

Aspectos Metodológicos

Para compreender esse processo permanente de constituir-se professor, incluindo os seus aspectos pessoais e profissionais, utilizamos como diretriz metodológica a pesquisa (auto)biográfica. Essa abordagem tem se consolidado na área de educação como perspectiva de pesquisa e como prática de formação (SOUZA, 2014). Em relação à produção de dados, recorreremos às narrativas orais.

Esta opção alicerça-se no pressuposto de que, ao narrar suas experiências, o professor compõe sua história, atribuindo sentidos ao que lhe acontece, ampliando a compreensão sobre si mesmo, os contextos nos quais atua e as relações que estabelece. Consideramos que, ao contar sua história, o professor nos apresenta como ele está vivendo a profissão, percebendo e interpretando a si próprio, os outros e a escola. Tal como Moita (2013, p.116), entendemos que:

Só uma história de vida permite captar o modo como cada pessoa, permanecendo ela própria, se transforma. Só uma história de vida põe em evidência o modo como cada pessoa mobiliza os seus conhecimentos, os seus valores, as suas energias, para ir dando forma à sua identidade, num diálogo com os seus contextos.

Dessa forma, a opção por utilizar narrativas orais como método de produção de dados nos possibilita incluir a subjetividade em nossas reflexões, captar os detalhes, as motivações e os sentimentos presentes nos modos de como se aprende a ser professor. Bolívar (2002) destaca a relevância da narratividade na pesquisa educacional como meio para construir conhecimento. O autor defende que a pesquisa biográfica, especialmente a narrativa, envolve uma abordagem específica e “exige, portanto, um modo distinto do paradigma qualitativo convencional, sem se limitar a uma metodologia de coleta e análise de dados.” (BOLÍVAR, 2002, p. 3).

Neste sentido, nossa investigação centra-se na escuta ativa do relato do professor de física, Antônio, ao narrar sua história na educação, desde estudante do ensino básico até o momento atual, como professor de um instituto federal. A entrevista de 1h06min foi gravada na forma de áudio e posteriormente transcrita. O relato de Antônio desenrola-se numa mescla entre a pessoa e o professor que ele foi e que ele busca ser. Desta forma, concordamos com o que diz Nóvoa (2017) sobre a impossibilidade de dissociar as dimensões pessoais e as dimensões profissionais ao refletir sobre a docência. Na mesma direção Arroyo (2000, p. 129) afirma que “a vida toda se mistura com a condição de ser professor(a)”, os aspectos profissionais agregam-se ao modo de vida, imagens sociais e autoimagens que tencionam todas as dimensões, tempos, vivências e lembranças.

Assim, para realizar as reflexões propostas, o texto está estruturado em três tópicos, a saber: *O professor leigo*, revela as recordações de Antônio enquanto aluno da educação básica; *Formando-se professor de física*, apresenta as memórias e reflexões de Antônio sobre sua graduação em licenciatura em física e *O professor formando-se*, trata das experiências profissionais, de formação continuada, do seu desenvolvimento e projeções futuras na carreira. Estes três momentos da narrativa de Antônio nos possibilita perceber as transformações, pessoais e profissionais, vivenciadas por Antônio ao longo de quase 20 anos de carreira. Também evidenciam o que nos diz Nóvoa (1992) sobre a distinção entre formar e formar-se com referência ao desenvolvimento profissional de professores.

O professor leigo

Antônio viveu sua infância nos anos 1980, na zona rural mineira. De origem humilde, precisava conciliar a lida na roça e os estudos em uma escola pública, distante nove quilômetros de onde morava. A caminhada diária até a escola tinha a companhia dos irmãos e às vezes era aliviada por uma carona do pai, quando este tinha algum trabalho na cidade.

Um episódio ocorrido na 7ª série, durante uma aula de geografia, foi o ponto destacado por Antônio como o momento no qual decidiu ser professor. Ele conta que a professora deixou como tarefa para a turma desenhar um mapa. Ele fez dois, por julgar que sua primeira tentativa não estava adequada. Um colega de classe ao observar que Antônio tinha dois mapas, propôs comprar o outro. Antônio vendeu o mapa e a partir daí vendeu vários outros trabalhos para esse aluno. Em pouco tempo, a professora percebeu a situação e ao intervir sugere a Antônio estudar com o menino e o ajudar nas tarefas escolares. Antônio passou a estudar semanalmente com o garoto e acredita que essa ação o ajudou a concluir o ensino fundamental. Perceber sua contribuição para a formação daquele menino bem como o reconhecimento e incentivo da professora, pode ter influenciado Antônio a continuar seus estudos e desejar ser professor.

Em 1991, Antônio e sua família se mudam para uma cidade da região metropolitana de Belo Horizonte. Ele inicia o ensino médio em uma escola recém-inaugurada, em um prédio de estrutura precária alugado pela prefeitura. Nesta escola, Antônio, que já mantinha o desejo por continuar seus estudos em um curso de licenciatura, tem aulas com um professor de física que o influencia nesta decisão. Nas palavras de Antônio:

Terminando o ensino médio fui fazer o vestibular, eu já sabia que queria fazer licenciatura, eu já sabia que queria ser professor, eu só não sabia ainda de que (...) tomei a decisão praticamente na hora da inscrição, e com base no professor de física que eu tive, com base no que ele era pra mim. (Narrativa de Antônio, 2019)

No relato de Antônio é possível perceber a influência de seus professores e das experiências vividas na escola no processo de construção de sua identidade tanto pessoal quanto profissional. Seus primeiros professores são apresentados na narrativa como referência de formação de condutas, de valores e de orientação na profissão, estando presentes no professor que Antônio se constitui. Assim, concordamos com Dominicé (1985, p. 56) que “aquilo em que cada um se torna é atravessado pela presença de todos aqueles de que se recorda. Assim, na narrativa biográfica, todos os que são citados fazem parte do processo de formação”.

Neste ponto, é importante destacar que embora a escolha pela profissão de professor tenha ocorrido precocemente para Antônio, em sua narrativa fica evidente que o magistério não é visto por ele como uma vocação, e sim, o oposto. Antônio destaca que para exercer o ofício de ensinar é necessário se profissionalizar e se comprometer com a aprendizagem de seus alunos e dele próprio.

É pertinente ressaltar, em consonância com Nóvoa (1992), que a profissionalidade docente não se encerra numa qualificação especializada, não cabe apenas numa matriz técnica ou científica.

A formação não se constrói por acumulação (de cursos, de conhecimentos ou de técnicas), mas sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e de (re)construção permanente de uma identidade

pessoal. Por isso é tão importante investir a pessoa e dar um estatuto ao saber da experiência. (NÓVOA, 1992, p. 25)

Portanto, é no exercício da profissão, no diálogo com os outros colegas, nas rotinas da escola, na reflexão sobre o trabalho que se aprende o *ser professor*. Assim, é fundamental fortalecer a pessoa-professor e o professor-pessoa (Nóvoa, 2009).

Formando-se professor de Física

Antônio inicia o curso de licenciatura em física em 1994, na primeira turma do curso implantado no período noturno de uma universidade pública federal mineira. A matrícula em um curso noturno permitiria conciliar os estudos e o trabalho, sendo uma solução à necessidade de contribuir com as despesas da família, embora ainda não estivesse empregado. Uma oportunidade neste sentido foi o alistamento militar, como ingressou na universidade no ano que completaria 18 anos, ao se apresentar para o serviço militar se voluntariou e foi aprovado para o Centro de Preparação de Oficiais da Reserva. Antônio obteve um bom resultado no curso de preparação de oficiais e continuou a servir o exército por mais dois anos, como oficial temporário, conciliando os estudos e o serviço militar.

Ao dar baixa no exército Antônio inicia sua carreira profissional como professor designado² em uma escola estadual. A rotina de trabalho e estudo era árdua, principalmente em função das grandes distâncias percorridas de ônibus diariamente, já que residia em um município, trabalhava em outro e estudava em um terceiro. Ao fim de seis meses ele consegue transferência, ainda como professor designado, para uma escola localizada na mesma região da universidade.

Em seu relato sobre essa primeira experiência em sala de aula, Antônio diz que não se sentia preparado, que não se sentia professor, sendo a grande marca desse período, segundo ele, a relação de afetividade e de respeito estabelecida com os alunos. Ele também conta sobre a autonomia no planejamento e desenvolvimento de suas aulas, no uso dos espaços da escola para além da sala de aula e na realização de práticas de observação e experimentação para tratar conceitos de física. Ao refletir sobre estes seis meses, Antônio diz entender o envolvimento e o bom desempenho dos alunos em suas aulas como resultado da atenção despendida por ele à turma e reconhece: *“eles só precisavam de alguém que estivesse com eles na escola, olhasse para eles e entendesse o que eles estavam vivendo, que lugar era aquele”*.

Antônio traz elementos importantes ao relatar sobre sua iniciação à docência. Podemos dizer que a fragilidade presente neste momento, ao destacar sua insegurança e não fazer menção a sua relação com outros professores da escola, não o impede de exercer com autonomia o seu trabalho, de buscar integrar teoria e prática para ensinar conceitos de física e de investir nas potencialidades de seus alunos. De fato, o que ele ressalta de sua primeira experiência como docente é a relação positiva com seus alunos. Havia, em sua fala, o entendimento de que aquele era um grupo de alunos em situação de vulnerabilidade social e econômica,

² O professor designado ocupa cargos em escolas estaduais de forma interina, sendo comum a contratação de estudantes de cursos de licenciatura.

com dificuldades de aprendizagem, e a consciência de que aquela experiência foi significativa para que pudesse compreender a complexidade que envolve o contexto escolar e a dimensão do humano que perpassa a profissão.

Assim, embora Antônio afirme que não se sentia professor, sua primeira experiência como docente subjaz o professor que ele se tornou. Os primeiros anos como professores são os mais decisivos na vida profissional docente, pois marcam, de muitas maneiras, a nossa relação com os alunos, com os colegas e com a profissão. É o tempo mais importante na nossa constituição como professores, na construção da nossa identidade profissional (NÓVOA, 2019).

O professor formando-se

Em 2001, Antônio, já licenciado, é aprovado em concurso público da rede estadual e começa a lecionar física para o ensino médio em uma escola localizada na região metropolitana de Belo Horizonte. Simultaneamente, ingressa na carreira docente em uma escola particular, na mesma cidade, também atuando no ensino médio regular. Sobre seus primeiros anos de carreira, Antônio afirma que foi neste período que se formou docente, “me formei na sala de aula, sendo professor”.

Em seu relato, Antônio destaca a relevância do saber da experiência e do tempo no seu processo de constituição identitária. Suas reflexões dialogam com o que nos diz Nóvoa (2019), não podemos desvalorizar o conhecimento das disciplinas científicas, nem tampouco o conhecimento pedagógico e das ciências da educação. No entanto, o conhecimento profissional docente é decisivo para formar-se professor.

Formar-se como professor é compreender a importância deste conhecimento terceiro, deste conhecimento profissional docente, que faz parte do patrimônio da profissão e que necessita de ser devidamente reconhecido, trabalhado, escrito e transmitido de geração em geração. (NÓVOA, 2019, p. 205)

Como professor na rede pública estadual Antônio vivencia um longo período de arrocho salarial e várias mobilizações organizadas pelo movimento sindical reivindicando: plano de carreira, concurso público para provimento de cargos, melhor condição docente e aumento salarial, politizando sua condição docente. Na rede privada, ele se desenvolve sob outra perspectiva, por trabalhar em uma escola de abordagem montessoriana, aprende sobre a organização de práticas escolares que objetivam o desenvolvimento da autonomia, liberdade e autoconfiança dos estudantes, com destaque para o papel de mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem. Essa realidade contraditória, própria de sua condição docente, não o leva a apresentar uma posição negativa frente a sua profissão.

Consciente da necessidade de formação permanente para seu desenvolvimento na carreira, em 2003, iniciou o curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, oferecido aos professores da rede estadual. Em seu relato, Antônio ressalta que o curso oportunizou refletir sobre o ensino de física e discutir com outros professores sobre aspectos relacionados à natureza da ciência, *“mais do que física, química e biologia, a ciência é uma forma de entender o universo, de entender como é que as coisas acontecem, porque que elas acontecem”*.

Em 2006, Antônio é aprovado em concurso público de uma rede municipal na região metropolitana de Belo Horizonte. A decisão por exonerar o cargo da rede estadual foi baseada em questões relacionadas à condição de trabalho e salariais. Nesta época, Antônio acumulava os cargos de docente na rede estadual e privada, além de lecionar em um curso pré-vestibular, acumulando mais de 60 horas de trabalho semanal. O excessivo número de aulas e a necessidade de desdobrar-se diariamente em três escolas impedem Antônio de dedicar-se com tranquilidade e segurança à sua profissão, o que evidentemente prejudica a qualidade de seu trabalho. Essa situação de baixos salários e conseqüente diminuição de poder aquisitivo leva a intensificação do trabalho docente e contribui para a perda da identidade profissional do professor. Para Nóvoa (1995) as conseqüências dessa situação são desmotivação pessoal, altos índices de absenteísmo e de abandono, insatisfação e indisposição.

Nessa pluralidade em que vem se tornando professor de física e se desenvolvendo na carreira, Antônio almeja novas possibilidades no contexto de trabalho. Embora ciente dos dilemas da profissão, reafirma a convicção de querer prosseguir sendo professor. Com disposição para aprender e se desenvolver, ele participa de diferentes atividades de formação desenvolvidas pela rede municipal. Interessa-se pela temática da escola integral e retoma as discussões sobre o ensino de física e a ciência na escola. Em 2014, ainda em espaços de formação possibilitados pelo trabalho na rede municipal, ele participa de um curso sobre cinema e educação. As discussões, pesquisas e possibilidades de trabalho vislumbradas por Antônio a partir deste curso ainda repercutem em suas aulas.

Em 2016, Antônio é aprovado em concurso público da rede federal de ensino. Como professor da carreira de magistério do Ensino Básico Técnico e Tecnológico (EBTT), em regime de dedicação exclusiva, passa a lecionar física para estudantes de cursos técnicos integrados, subsequentes e superiores, além de desenvolver atividades de pesquisa e extensão. Diante deste novo desafio e buscando evoluir na carreira profissional, ele retorna a universidade, agora para o mestrado em educação e docência. A experiência do mestrado é descrita por ele como de muito aprendizado, autoconhecimento, reflexão e ressignificação de sua prática.

Antônio conclui a narrativa, afirmando o desejo por continuar seus estudos em nível de doutorado, por ampliar sua participação em atividades de pesquisa e em grupos de discussão sobre a docência e os processos educativos na instituição que leciona. Esse desejo por estabelecer parcerias com outros professores, o sentimento de pertença e de identidade com a profissão é tido por Nóvoa (2009) como essencial para que os professores se apropriem dos processos de mudança e os transformem em práticas concretas de intervenção.

Considerações finais

A análise das narrativas apresentadas, ainda que de forma preliminar, evidencia que tornar-se professor é um processo longo, dinâmico, contínuo e complexo, que articula fatores cognitivos, afetivos, éticos, crenças, valores e à própria atuação, entre outros aspectos que influenciam o processo identitário e o desenvolvimento ao longo da carreira profissional.

Outro ponto importante presente na narrativa é a disposição de Antônio em participar de programas de formação continuada ofertados pelas redes de ensino em

que lecionou. Embora sinalize que o que o constitui professor é o trabalho docente e a relação com os alunos, sua participação em atividades de formação foram descritas como possibilidade para a interação com outros professores, reflexão sobre a sua prática em sala de aula, inovação e compreensão sobre o que mudar e como mudar. Neste ponto, impõe-se o que nos diz Nóvoa (2009) sobre a formação de professores ser dominada mais por referências externas do que por referências internas ao trabalho docente, sendo necessário romper com essa tradição e instituir as práticas profissionais como lugar de reflexão e de formação.

As compreensões construídas nesse estudo podem contribuir com os modos de se pensar a formação e atuação docente, colocando o foco na ligação entre as dimensões pessoais e profissionais, no processo de construir uma cultura docente que impulsiona a profissão.

Referências

- ARROYO, M. **Ofício de Mestre: imagens e auto-imagens**. 7ª ed. Petrópolis: Vozes, 2000.
- BOLÍVAR, A. “¿De nobis ipsis silemus?”: Epistemología de la investigación biográfico-narrativa en educación. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 4, n.1, 2002.
- DOMINICÉ, P. O processo de formação e alguns dos seus componentes relacionais. **Psychologie et Éducation**. v. IX (4), p.7-17, 1985.
- FREIRE, M. A Formação Permanente. In: Freire, Paulo: **Trabalho, Comentário, Reflexão**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1991.
- GARCÍA, C. M. Desenvolvimento Profissional: passado e futuro. SISIFO. **Revista Ciência da Educação**, n. 8, jan/abr, 2009.
- MOITA, M. C. Percursos de formação e de transformação. In: NÓVOA, A. (org.). **Vidas de professores**. 2. ed. Porto: Porto Editora, p. 111-140, 2013.
- NÓVOA, A. Entre a formação e a profissão: ensaio sobre o modo como nos tornamos professores, In: **Currículo sem Fronteiras**, v. 19, n. 1, p. 198-208, jan./abr. 2019.
- NÓVOA, A. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**. Vol.47, n.166, p.1106-1133, 2017.
- NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a profissão**. Lisboa: Dom Quixote, p.15-33, 1992.
- NÓVOA, A. O passado e o presente dos professores. In: NÓVOA, A. (org.). **Profissão Professor**. 2. ed. Porto: Porto Editora, 1995.
- NÓVOA, A. Os professores e as histórias da sua vida. In: NÓVOA, (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, p. 11-30, 2013.
- NÓVOA, A. **Professores: Imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2009.
- SOUZA, E. C. Diálogos cruzados sobre pesquisa (auto)biográfica: análise compreensiva-interpretativa e política de sentido. In: **Revista do Centro em Educação UFSM**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 39, n. 1, p. 39-50, jan./abr. 2014.

INVESTIGAÇÃO DO PERFIL EPISTEMOLÓGICO DE LICENCIANDOS EM FÍSICA SOBRE CONCEITOS DE MECÂNICA

INVESTIGATION OF THE EPISTEMOLOGICAL PROFILE OF UNDERGRADUATES IN PHYSICS ON CONCEPTS OF MECHANICS

Lucas Mariz Silva¹, João Ricardo Neves da Silva²

¹UNIFEI/IFQ – Instituto de Física e Química/marizlucas@unifei.edu.br

²UNIFEI/IFQ – Instituto de Física e Química/jricardo.fisica@unifei.edu.br

Resumo

A importância em entender como ocorre o desenvolvimento cognitivo de licenciandos em física nos leva a estudar mais a fundo como estes demonstram sua construção de conceitos ao longo da graduação. Nesta pesquisa, a partir do conceito de “Perfil Epistemológico” de Bachelard, foi possível analisar e construir um perfil epistemológico geral de uma turma de ingressantes em licenciatura em física, na qual é possível perceber a construção conceitual com que os futuros professores ingressam na graduação. Para isso, utilizando de questionários, analisar como ocorre a manifestação do entendimento de conceitos básicos de mecânica pela turma recém ingressa na licenciatura em física. Com os resultados obtidos, podemos ter uma noção preliminar acerca das características do perfil epistemológico geral da turma, o que nos permitirá comparar futuramente estes resultados com o perfil geral de uma turma de concluintes, também apontando como o curso contribui para a formação cognitiva de futuros professores. Os resultados para a turma de ingressantes mostram que, a maioria dos alunos, apresentam um perfil classificado como racionalismo ingênuo.

Palavras-chave: Perfil Epistemológico, formação de professores, professores, mecânica.

Abstract

The importance of understanding how cognitive development of undergraduate physics students takes us to study more deeply how they demonstrate their construction of concepts throughout graduation. The manifestation of these ideas will, most likely, be the way in which future teachers will exercise their teaching function. Based on the idea of Bachelard’s “Epistemological Profile”, it was possible to analyze and build a general epistemological profile of a group of freshman graduates in physics, in which is possible to perceive the impact of basic education for construction in notions of physics and, using questionnaires, analyze how the manifestation of understanding of physics occurs by the class that recently entered the physics degree. With the results obtained, we can have a preliminary notion about the characteristics of the general profile of the class, which will allow us to compare these results with the general profile of a class of graduates, also pointing out how the course contributes to the cognitive training of future teachers. The results for the freshman class show that most students have a profile classified as naïve rationalism.

Keywords: Epistemological, formation, teachers, mechanics, analysis.

Introdução e Fundamentação

Compreender o entendimento que os alunos ingressantes em um curso de licenciatura em física, sobretudo em conceitos de mecânica clássica, são de suma importância para refletir sobre os impactos do ensino básico na construção cognitiva de futuros professores. As concepções sobre os conceitos físicos com que os estudantes ingressam no curso pode nos dizer sob quais fundamentos conceituais inicia seu processo de formação um licenciando. Tendo isso em vista, a análise de como os alunos assimilam esses conteúdos, sobretudo em mecânica, se torna algo necessário para compreender de que maneira estes mesmos alunos reconstruirão esses conceitos ao longo de sua formação. (LINO, 2016).

Conceitos como força, energia e momento linear são conceitos-chaves para a compreensão dos conhecimentos em mecânica, e entender como é o processo de construção destes em futuros professores nos leva a refletir sobre o andamento do ensino de física na graduação. Assim, buscamos por uma compreensão conceitual que nos auxilie a avaliar a forma como estes licenciandos estão assimilando os elementos fenomenológicos e de natureza ontológica sobre conceitos-chaves da física clássica, como os já citados anteriormente.

Sob esta perspectiva, a preocupação com esse desenvolvimento cognitivo dos futuros professores pode ser contextualizada teoricamente a partir das ideias de “Perfil Epistemológico” (BACHELARD, 1987) que sustenta a pluralidade filosófica para a compreensão e explicação de conceitos assimilados pelos sujeitos, segundo o autor:

[...] a qualquer atitude filosófica geral, pode opor-se, como objeção, uma noção particular cujo perfil epistemológico revela um pluralismo filosófico. Uma só filosofia é, pois, insuficiente para dar conta de um conhecimento preciso. Se então se quiser fazer, a diferentes espíritos, exatamente a mesma pergunta a propósito de um mesmo conhecimento, ver-se-á aumentar singularmente o pluralismo filosófico da noção. (BACHELARD, 1987, p. 29)

Assim, com base nos elementos de perfil epistemológico, promoveu-se uma análise das compreensões dos licenciandos ingressantes de uma turma de uma universidade federal de Minas Gerais a respeito dos principais conceitos de mecânica.

Fundamentação Teórica

A ideia de perfil epistemológico vem para classificar e caracterizar essa pluralidade filosófica; assim, destaca-se que as características do perfil de entendimento de diferentes sujeitos para os mesmos conceitos podem ser diversas, a depender de como construíram as ideias e representações do conceito em sua estrutura cognitiva. Bachelard (1987), em sua reflexão sobre o perfil epistemológico, se coloca em situação de reflexão sobre as componentes racionais e realistas na construção de como entendemos conceitos.

O empirismo precisa ser compreendido; o racionalismo precisa ser aplicado. Um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas sem leis dedutivas não pode ser pensado nem ensinado; um racionalismo sem provas

palpáveis, sem aplicação à realidade imediata não pode convencer plenamente. O valor de uma lei *empírica* prova-se fazendo dela a base de um *raciocínio* fazendo dele a base de uma *experiência* (BACHELARD, 1987, p. 9).

Em seu livro “A Filosofia do Não”, Bachelard (1987) organizou os elementos de perfil em uma espécie de histograma onde colocou as escolas filosóficas numa ordem distribuída uniformemente. Nesta analogia, sobre o eixo das abscissas vai desde o realismo ingênuo ao racionalismo dialético, e passando pelo empirismo claro e positivista, pelo racionalismo ingênuo e pelo racionalismo completo. No eixo das coordenadas colocou um valor que, se pudesse ser medido com precisão, corresponderia à frequência de utilização do conceito, medida essa que recebe influência da formação de cada indivíduo.

Diante dessa caracterização de perfil epistemológico, interferências podem ser traçadas com o intuito de apontar as filosofias que se destacam no processo de definição do determinado conceito escolhido.

Estes perfis são enunciados da seguinte maneira:

- **Realismo Ingênuo:** Perfil que também pode ser denominado como Animismo, considerado por Bachelard (1987) um pensamento mais primitivo do indivíduo, o qual antecede o estágio científico da noção sobre determinados conceitos e fenômenos, carregado de subjetividade e egocentrismo.
- **Empirismo claro e positivista:** Retrata a visão das noções explicadas por meio de fatos empíricos. “um pensamento empírico associado a uma experiência tão peremptória, tão simples, recebe então o nome de pensamento realista” (BACHELARD, 1987, p. 15).
- **Racionalismo Ingênuo:** O racionalismo ingênuo é a primeira etapa de uma construção racional de algum fenômeno, se baseia em uma mentalização do conceito e sabendo explicitar as ideias e funcionabilidades de equações matemáticas, porém, ainda apresenta dificuldades em desenvolver com precisão o conhecimento científico.
- **Racionalismo Completo:** Nesta parte do perfil, o indivíduo já demonstra um forte conhecimento racional sobre os fenômenos, podendo explica-los tanto de maneira conceitual como de maneira matemática e interagir fortemente com o saber científico.
- **Racionalismo Dialético:** Conduz ao questionamento do conhecimento enraizado, podendo colocar uma discussão sobre um conceito na estaca zero e reestruturar todo o conhecimento sobre uma óptica, por efeito de construção em debates ou em reflexões com imagens de fenômenos.

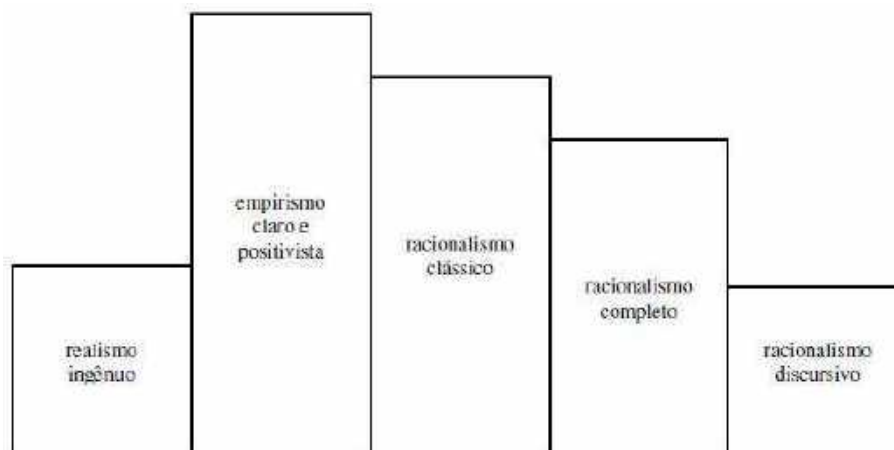
Souza-Filho (2009), ao refletir sobre o papel do perfil epistemológico na aprendizagem de conceitos físicos, reflete que:

Podemos observar que à medida que se percorre ao longo do perfil epistemológico, o referido conceito que antes possuía uma característica empírica se torna agora mais complexo e racional. Mortimer (2000, p. 128) sugere que, as primeiras zonas do perfil, como por exemplo, o *realismo ingênuo* e o *empirismo*, se configuram como obstáculos de natureza *ontológica*, uma vez que sua superação envolve as pré-concepções, ou

seja, refere-se a um conhecimento básico relacionado ao objeto em estudo. As demais zonas do perfil, *racionalismo clássico, completo* e *discursivo*, correspondem a um obstáculo de natureza epistemológica, pois está relacionado diretamente à ausência de um modelo teórico apropriado. (SOUZA FILHO, 2009, p. 44)

Assim, com base nos escritos de Bachelard (1987) e seus interpretadores, a ideia de perfil epistemológico pode ser representada como na Figura 01, a seguir, na qual se propõe uma margem de perfil genérica para um conceito. Esta figura representa a maneira como serão realizadas as análises desse trabalho.

Figura 01: Esquema organizacional do Perfil Epistemológico em Bachelard (1987)



Tendo o embasamento da classificação de Perfil Epistemológico, bem como a descrição de cada elemento de perfil, podemos construir e analisar mais profundamente o perfil de cada aluno e, de maneira mais ampliada, promover uma análise de um perfil epistemológico geral de uma turma de alunos ingressantes de um curso de Licenciatura em Física.

Nessa etapa da pesquisa, levantamos os dados de uma turma de ingressantes e que, futuramente, será comparada com a turma de concluintes em busca de semelhanças e diferenças e, posteriormente, haverá um estudo mais aprofundado sobre os dados apresentados.

Os dados da turma foram analisados com base nos elementos de perfil apresentados e serão expostos a seguir.

Metodologia de coleta e análise de dados

Para realizar o estudo e analisar o perfil epistemológico geral da turma de ingressantes foram utilizados dois questionários. O primeiro questionário, Q1, continha 30 questões de múltipla escolha (de A à E), contendo apenas questões conceituais sobre mecânica, que os alunos responderam individualmente. O segundo questionário, Q2, continha 12 questões discursivas, conceituais, onde os alunos responderam em grupos, podendo debater entre eles a resposta de cada pergunta.

Esses questionários foram aplicados na turma de Prática de Ensino de Física I, disciplina cursada no primeiro semestre de licenciatura em física de uma universidade federal e que tem por ementa a revisão conceitual de fenômenos físicos importantes para o início dos estudos em física.

No primeiro questionário, os alunos foram submetidos a questões de cunho conceitual sobre alguns temas da mecânica. A análise do questionário foi feita através de uma comparação com o enunciado da questão, o gabarito e a maioria marcada pelos alunos. Cada item analisa foi classificado como tendência de um perfil e foi analisada a maioria marcada pelos alunos nas trinta questões, como exemplificado no Quadro 1. Na Figura 02 segue uma questão presente nesse questionário.

Questão	Rac. Ing.	Emp. Positivista	Rac. Clássico	Rac. Completo	Rac. Discursivo
1	2	15	2	3	8

Quadro 1: Exemplo de classificação do número de respostas de cada questão do questionário 1

No segundo questionário, os alunos formaram grupos e responderam questões discursivas, nas quais era necessário desenvolver o raciocínio do grupo. O objetivo desse questionário era entender o processo de construção das explicações nos debates entre os alunos e captar as expressões conceituais manifestadas pelos participantes daquela discussão. Tratava-se, portanto, de uma outra fonte de dados sobre os elementos de perfil dos participantes. As discussões dos alunos foram gravadas em áudio e foram retirados excertos destes áudios, nos quais era classificar os elementos de perfil epistemológico de cada aluno do grupo, e ter uma noção acerca do perfil geral do grupo. Na Figura 03 segue uma questão presente nesse questionário.

Figura 02: Questão do Questionário 1

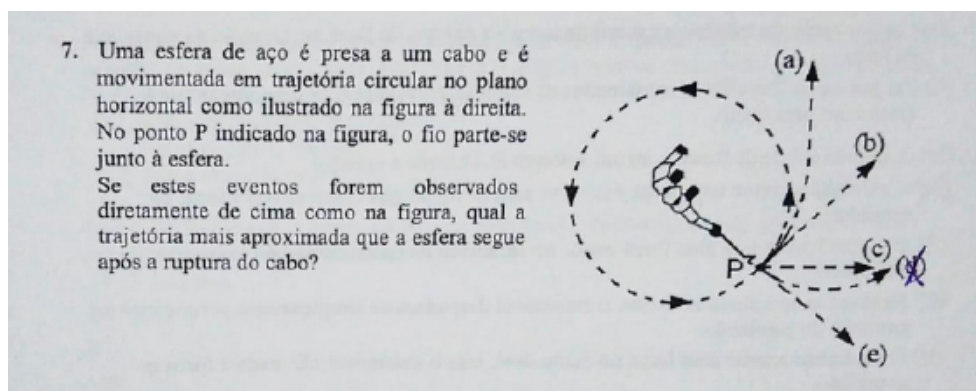


Figura 03: Questão do Questionário 2

4.) Um elevador de peso 1200 kgf está descendo com velocidade constante. A força de tensão no cabo é maior, menor ou igual a 1200 kgf? Explique. Qual é o significado de kgf?

Ao analisar os áudios coletados, e também as respostas dadas pelos alunos nas questões de múltipla escolha, era possível elencar os traços mais fortes dos perfis dos alunos.

Resultados e Discussões

Diante dos referenciais e da metodologia relatadas até aqui, é possível fazer uma comparação entre os dois questionários e suas análises para poder entender o perfil epistemológico geral de uma turma de ingressantes.

Muitos dados obtidos deixam claro a característica majoritariamente racionalista das construções conceituais dos licenciandos, também entender que os obstáculos de natureza ontológica e epistemológica se tornam presentes, muito provavelmente, por metodologias utilizadas por professores já formados e que influenciam no enraizamento do entendimento dos saberes científicos em futuros professores.

Todos os obstáculos impedem a objetividade científica e o espírito científico deve lutar *contra* estes obstáculos.

O contato com a ciência vem desde que somos crianças, as intuições e as sensações que o sujeito possui são as principais causas deste estado de imobilismo cognitivo e é importante salientar que esse contato primitivo com a ciência é gerador de futuros obstáculos, os quais podem ser concebidos como resíduos de conceitos anteriores, relevantes no passado, que tendem a bloquear a aquisição e assimilação de novos conceitos.

Esses obstáculos epistemológicos, essa rede de preconceitos e maus hábitos de pensamento têm-se mostrado altamente persistentes, quer na história quer no percurso científico de cada ser humano. Resistem ao conhecimento científico e afetam-no. A causa dessa resistência reside num “instinto conservativo”, uma inércia intelectual que o ser humano e as sociedades humanas possuem que muitas vezes acaba por levar a melhor sobre o “instinto formativo”. O conhecimento científico, como construção individual e social, passa a ser encarado como uma luta de instintos: um instinto inovador contra um instinto conservador (VALADARES, 1995, P. 227).

Tendo em vista essa reflexão sobre os obstáculos gerados para o entendimento dos conceitos científicos, podemos criar um quadro de excertos aonde destacamos o elemento de perfil contido nas transcrições e, comparados com o resultado do questionário Q1, podemos gerar um histograma parecido com o da Figura 01 para expressar o perfil epistemológico geral da turma de ingressantes e entendermos como futuros professores ingressam na faculdade.

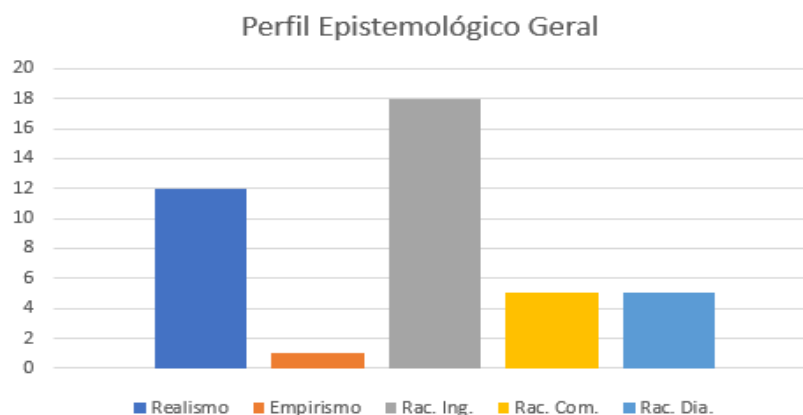
Quadro 02: Excertos retirados das gravações por áudio durante o questionário 02

Marcador	Excerto	Elemento do Perfil
A2Q4	<i>"porque se fosse maior, o cabo se partiria"</i> <i>"porque a tensão do cabo... a força peso seria maior que tensão do cabo"</i>	Racionalismo Ingênuo
A3Q12	<i>"se a velocidade é constante, a aceleração é nula... portanto, força resultante nula"</i>	Racionalismo Completo
A5Q10	<i>"ele marcou a a) pela parte final da questão: 'que ela vai embora'"</i> <i>"porque na hora do impulso ele vai embora"</i> <i>"ele vai embora porque dá um sentido pra movimentação"</i>	Realismo Ingênuo
A6Q5	<i>"a inércia é um negócio que tem que tá em velocidade constante, movimento retilíneo, fala que tem que muda a direção, mas tem que ser retilíneo"</i>	Racionalismo Ingênuo

	<i>"mas tem que ter a ação de um agente externo".</i>	
A7Q3	<i>"porque se ela não superar, vai ficar parado ou retroceder. "seria constante porque a força peso seria igual a resistência do ar" "não faz sentindo o comecinho, se ela já superou a resistência do ar, como vai continuar a ser constante"</i>	Racionalismo Ingênuo Racionalismo Completo
A7Q2	<i>"seria para o centro devido a aceleração centrípeta" "eu pensei num objeto com corda" "força centrípeta por causa da gravidade"</i>	Racionalismo Completo Racionalismo Ingênuo
A8Q2	<i>"imaginando o círculo como se ele estivesse na vertical 'fazendo um looping'" "mas teria diferença se ele estivesse na vertical, ou não?" "como se ela estivesse se movendo pra lá, mas como se tivesse uma fuga também" "as forças atuam pra fora do círculo"</i>	Realismo Ingênuo
A9Q1	<i>"discutindo a primeira porque ele acha que teria uma força" "a força é no sentido do movimento" "pensando em atrito, tá ganhando da força de atrito por isso tá no sentido do movimento" "que tinha sim uma força resultando 'para baixo' e no sentido do movimento"</i>	Racionalismo Ingênuo

Em seguida, na Figura 04, podemos ver o histograma do perfil epistemológico geral da turma de ingressantes.

Figura 04: Perfil Epistemológico geral da turma de ingressantes.



O que se pode perceber é que a maioria dos licenciandos apresenta respostas associadas ao elemento de perfil realismo ingênuo, o que é corroborado pelos resultados, por exemplo, de Buscati Junior (2014), ao investigar o perfil epistemológico do licenciandos sobre o tempo, quando afirma “a alternativa foi descrita, conforme já foi colocado, com o intuito justamente de resgatar os elementos mais presentes na categoria do Realismo Ingênuo e, como percebe-se claramente, é a doutrina que mais caracteriza a amostra em estudo” (p, 67)

Conclusão

O que se pode observar mais expressivamente na análise das respostas é a presença sobressalente dos elementos de perfil racionalista, seja o racionalismo ingênuo ou completo. Isso pode significar, mais superficialmente, um impacto da aprendizagem de física na Educação Básica, de característica bastante abstrata e pouco experimental.

A grande presença do perfil realista também pode indicar uma forte presença da assimilação pelo senso comum, sendo visto como uma ancoragem, como uma praticidade para questões mais complexas.

A baixa presença do traço empirista pode nos informar a respeito de um aspecto importante na constituição do conhecimento físico que deve ser estimulada na graduação, principalmente na formação de professores.

Diante disso, é perceptível que a forte presença de um perfil racionalista na turma de ingressantes pode indicar como estes assimilam conceitos físicos, apontando que a falta de empirismo pode acarretar em uma certa dificuldade em compreender alguns conceitos-chave para as ciências físicas.

Referências

LINO, Alex. O desenvolvimento histórico do conceito de energia: seus obstáculos epistemológicos e suas influências para o ensino de física. 2016.

SILVA JÚNIOR, Adahir Gonzaga da; TENÓRIO, Alexandro Cardoso; BASTOS, Heloisa Flora Brasil Nóbrega. O perfil epistemológico do conceito de tempo a partir de sua representação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, n. 2, p. 188-204, 2007.

VALADARES, Jorge. Concepções alternativas no ensino da física à luz da filosofia da ciência. 1995.

BACHELARD, Gaston. **A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico**. Presença, 1987.

TREVISAN, Robson. Um estudo da relação entre as imagens mentais utilizadas por estudantes de mecânica quântica e seu perfil epistemológico: uma investigação pela metodologia report aloud. **Teses e Dissertações PPGECIM**, 2017.

BUSCATTI JUNIOR, Donizete Aparecido. O perfil epistemológico do conceito de espaço em alunos do curso de licenciatura em física. 2014. 96 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/132508>>.

A TEMÁTICA AMBIENTAL NO ENSINO SUPERIOR: POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE FÍSICA

THE ENVIRONMENTAL THEME IN HIGHER EDUCATION: POSSIBILITIES FOR THE PHYSICS TEACHER TRAINING

Danielle Aparecida Reis Leite¹, Luciano Fernandes Silva²

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro, danielle.reis@uftm.edu.br

²Universidade Federal de Itajubá, lufesilv@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi identificar e analisar, a partir de projetos pedagógicos e entrevistas com professores que atuam em licenciaturas em Física, possibilidades oferecidas pela temática ambiental para a formação dos futuros professores de modo que justifique a sua abordagem nesses cursos. Inspirados pelos procedimentos propostos pela Análise de Conteúdo, analisamos os projetos pedagógicos e as transcrições das entrevistas realizadas com dez professores provenientes de 15 cursos de licenciatura em Física, oferecidos por instituições de ensino superior públicas localizadas no estado de São Paulo. A análise dos dados revela, dentre outros aspectos, que a problematização da temática ambiental em cursos de licenciatura em Física possibilita a formação de educadores conscientes com o desafio de formar cidadãos críticos, empenhados com o enfrentamento dos desafios ambientais. Destaca-se, também, as possibilidades oferecidas pela articulação entre a Física e a temática ambiental para o desenvolvimento de uma visão complexa, podendo ampliar as visões e concepções desses futuros docentes acerca dessa ciência em sua relação com a sociedade e o meio ambiente.

Palavras-chave: Licenciatura em Física; Temática Ambiental; Formação de Professores.

Abstract

The objective of this research was to identify and analyze, from pedagogical projects and interviews with professors who work in physics teacher education courses, the environmental theme possibilities for the training of future teachers in a way that justifies their approach in these courses. Inspired by the Content Analysis procedures, we analyzed the pedagogical projects and the interviews transcripts carried out with ten teachers from 15 physics teacher education courses, offered by public higher education institutions from São Paulo state. The data analysis reveals, among other aspects, that the environmental theme problematization in physics teacher education courses enables the training of educators aware of the challenge to forming critical citizens, committed to facing environmental challenges. It also highlights the possibilities offered by the articulation between Physics and the environmental theme for a complex vision development, which can broaden the visions and conceptions of these future teachers about this science in its relationship with society and the environment.

Keywords: Physics Teacher Education Courses; Environmental Theme; Teacher training.

Introdução

Atualmente, os discursos relacionados com os objetivos do ensino de Ciências na educação básica apontam para a formação de cidadãos críticos, aptos a participarem das diferentes situações cotidianas que demandam a tomada de decisão. Dentre as estratégias capazes de promover o alcance desse objetivo, concordamos que a abordagem de temas contemporâneos nas práticas de ensino de Ciências em uma perspectiva crítica contribuiria com a formação cidadã. Assim, dentre as diferentes situações do contexto atual e que devem estar presentes no ambiente escolar, destacamos as questões ambientais.

Ao mesmo tempo, ressalta-se a importância dos professores nesse processo, uma vez que possuem um papel significativo na promoção de uma educação que assume seu compromisso com a questão ambiental (JACOBI, 2006). Por isso, a preparação do professor para trabalhar com esse tema em sala de aula deve receber atenção especial (CARVALHO, 2001), um dos fatores que justifica a presença da temática ambiental no processo de formação desses docentes (OLIVEIRA; CARVALHO, 2012).

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) recomenda que “A dimensão ambiental deve constar nos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas” (BRASIL, 1999, p. 4). Assim como as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) que enfatizam que os cursos de formação inicial e continuada de professores de todos os níveis de ensino devem capacitá-los “para o desenvolvimento didático-pedagógico da dimensão da Educação Ambiental na sua atuação escolar e acadêmica” (BRASIL, 2012, p. 7).

Com isso, compreendemos que o professor de Física não deveria estar alheio à problemática ambiental. Nesse contexto, defendemos que nós, professores de Física, devemos nos comprometer com a elaboração e o desenvolvimento de práticas pedagógicas que possam potencializar a formação de cidadãos conscientes e preparados para o enfrentamento dos desafios socioambientais, em especial através de uma visão de mundo complexa e com a apresentação de argumentos críticos e reflexivos.

Silva (2007) explora as articulações que podem ser estabelecidas entre a temática ambiental e o ensino de Física através das controvérsias científicas e socioambientais. Para o autor, os temas controversos podem ser um caminho metodológico para as práticas de ensino de Física visando a construção de discussões dos aspectos socioambientais. Esse entendimento embasa o posicionamento do pesquisador que revela as potencialidades resultantes da inserção das controvérsias socioambientais nas aulas de Física, concluindo que a controvérsia deve ser tomada como “uma ideia chave” para organizar as atividades de ensino do ponto de vista metodológico.

Watanabe (2012) apresenta as oportunidades oferecidas pela Física do não equilíbrio para explorar a temática ambiental a partir de uma visão complexa, capaz de revelar a irreversibilidade dos fenômenos naturais, as indeterminações e as incertezas que acompanham as transformações do meio ambiente e as múltiplas e

complexas interações estabelecidas entre os constituintes do sistema terrestre. A partir dessa abordagem, as complexidades associadas aos aspectos político, econômico e social da temática ambiental também podem ser exploradas nas aulas de Física (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015).

Com esses argumentos, destacamos a necessidade de que futuros professores sejam preparados para a abordagem didática de temas ambientais em aulas de Física, sobretudo no contexto da educação básica. A partir dessas justificativas, desenvolvemos uma pesquisa que visou identificar as estratégias utilizadas para inserção da temática ambiental em cursos de Licenciatura em Física.

De forma especial, exploraremos neste trabalho parte dos dados levantados nessa investigação de doutorado. Nesse texto apresentamos e discutimos dados que identificam as diferentes possibilidades oferecidas pela temática ambiental para a formação dos professores de Física. De modo especial, analisaremos os argumentos que apontam para a construção de justificativas para a abordagem de temas ambientais em cursos de Licenciatura em Física.

Metodologia

Para o levantamento dos dados pertinentes a esta investigação, analisamos os Projetos Pedagógicos de cursos (PPC) de Licenciatura em Física e entrevistamos seus coordenadores e professores com envolvimento em atividades de pesquisa, ensino e/ou extensão diretamente vinculadas à temática ambiental.

Para a seleção desses cursos, primeiramente realizamos um levantamento no site do e-MEC¹ e constatamos que até 2017, eram oferecidos no Brasil 238 cursos de formação inicial de professores de Física na modalidade presencial. Assim, optamos por uma delimitação geográfica e escolhemos investigar aqueles cursos oferecidos por Instituições de Ensino Superior (IES) localizadas no estado de São Paulo, uma vez que este é o estado: (i) que oferece o maior número de cursos de formação inicial de professores de Física em nosso país (32 no total) e (ii) é destacado pelos pesquisadores da Educação Ambiental como um dos principais produtores de conhecimento na área em nosso país.

Dos 32 cursos inicialmente selecionados (que eram oferecidos por IES públicas e privadas), quatro foram excluídos por não possuírem uma turma de concluintes até o momento do levantamento dos dados e 13 foram eliminados pelo fato de seus coordenadores não terem respondido ao convite para participar da investigação. Sendo assim, selecionamos 15 cursos de Licenciatura em Física oferecidos por Instituições de Ensino Superior públicas localizadas no estado de São Paulo, conforme indica o Quadro 1.

Assim, analisamos 15 PPC e entrevistamos 25 docentes, dos quais: 15 ocupavam o cargo de coordenador de curso e 10 atuavam nessas licenciaturas e possuíam envolvimento com a temática ambiental². Optamos pela realização da entrevista semiestruturada (FRASER; GONDIM, 2004).

¹ Base de dados oficial e única de informações relativas às IES e cursos de graduação do Sistema Federal de Ensino brasileiro (<http://emec.mec.gov.br/>). A consulta ao *site* para o levantamento das informações relativas aos cursos de formação inicial de professores de Física oferecidos no Brasil foi realizada no primeiro semestre de 2017.

² Primeiramente, entrevistamos os coordenadores de curso, quando os mesmos foram questionados

Para a análise dos dados, nos inspiramos na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016) e realizamos a análise temática com a elaboração de categorias. Tendo em vista o objetivo anteriormente destacado, exploraremos os resultados obtidos com a análise da categoria denominada “Contribuições da temática ambiental para a formação inicial do professor de Física”

Quadro 1: Cursos de Licenciatura em Física, oferecidos por IES públicas localizadas no estado de São Paulo, selecionados para investigação.

Instituições de Ensino Superior (IES)	Campus
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP	Birigui
	Itapetininga
	Piracicaba
	São Paulo
Universidade de São Paulo - USP	São Paulo
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp	Campinas
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp	Guaratinguetá
	Ilha Solteira
	Rio Claro
	São José do Rio Preto
Universidade Federal de São Carlos - Ufscar	Araras
	São Carlos (Integral)
	São Carlos (Noturno)
	Sorocaba
Universidade Federal do ABC - UFABC	Santo André

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Resultados e discussões³

Um primeiro conjunto de argumentos apresenta que a abordagem da temática ambiental nos cursos de Licenciatura em Física amplia as possibilidades para a atuação profissional. Nos PPC dos cursos FLI₁, FLI₃ e FLI₄ destaca-se que serão oferecidos os aportes formativos necessários para a atuação do futuro professor de Física em projetos de naturezas multidisciplinar, como os de cunho ambiental. O excerto a seguir exemplifica esse posicionamento:

Além das áreas já citadas, é grande a demanda por físicos no controle e na conservação do meio ambiente bem como em programas de educação ambiental, além da área médica e econômica. Projetos de cunho multidisciplinar estão se tornando cada vez mais frequentes e como o licenciado em física possui uma formação ampla, estará apto a participar de projetos em diferentes áreas do conhecimento (PPC FLI₃, 2017, p. 16).

Outro posicionamento identificado nos PPC dos cursos FLI₈, FLI₉ e FLI₁₅ e no relato do professor D_{2C} destaca que a abordagem da temática ambiental na Licenciatura em Física incentivará a formação de profissionais atentos à aos problemas ambientais, conforme indicado no excerto que segue:

sobre a existência de docentes atuantes na referida licenciatura e envolvidos com a EA e/ou temática ambiental, quando obtivemos a indicação de 19 docentes. Ao serem convidados para participar da pesquisa, dez aceitaram fornecer a entrevista.

³ Para preservar a identidade dos sujeitos entrevistados, tanto os cursos quanto seus professores são nomeados por siglas. Para identificar os cursos, utilizamos a sigla FLI_n (em que n varia de 1 a 15) e para identificar seus respectivos professores, utilizamos a sigla D_n (em que n corresponde ao número utilizado para identificar o respectivo curso de atuação do professor). Foram entrevistados 10 docentes, sendo sete professores dos cursos: FLI₃, FLI₅, FLI₉, FLI₁₀, FLI₁₁, FLI₁₃ e FLI₁₅ e três do curso FLI₂ (estes serão identificados pelas siglas D_{2A}, D_{2B} e D_{2C}).

O curso de Licenciatura em Física [da IES₈] possibilitará formação científica, bem como conhecimentos pedagógicos necessários a um professor. A essa formação, porém, será agregada uma preocupação/reflexão sobre a degradação do meio ambiente e a qualidade de vida por entendermos que aprender a dar respostas a essas questões é estudar um assunto que a cada dia é mais presente no cotidiano de um professor de Física contemporâneo (PPC FLI₈, 2015, p. 29).

Nesta mesma linha, no PPC do curso FLI₉ apresenta-se a responsabilidade social e ambiental como um dos valores importantes para o professor de Física. Por isso, destaca-se que o tratamento da temática ambiental na formação desse professor contribuirá para a formação de um profissional apto a “Colaborar ativamente com a estruturação de uma sociedade sustentável, sendo capaz de considerar aspectos ambientais e socioeconômicos no estudo de processos e produtos tecnológicos” (PPC FLI₉, 2010, p. 37).

Esse entendimento também é destacado no PPC do curso FLI₁₅ ao enfatizar que, dentre as diversas habilidades promovidas ao longo do curso de Licenciatura em Física, uma está voltada ao desenvolvimento de “[...] posicionamentos críticos fundamentados em conhecimentos científicos no sentido de embasar tomadas de posição sobre temas de caráter Sociocientífico, especialmente aos que se referem às questões ambientais e de sustentabilidade planetária” (PPC FLI₁₅, 2016, p. 11). Promovendo o desenvolvimento dessa habilidade, espera-se que o egresso possa compreender “[...] as relações da física com outros campos do conhecimento, em especial os que se referem à ciência, à tecnologia, à sociedade e ao meio ambiente, como a física ambiental e as questões de sustentabilidade” (PPC FLI₁₅, 2016, p. 13).

Dada a importância social das instituições de ensino responsáveis pela formação dos professores, as mesmas assumem o compromisso com o desenvolvimento e a manutenção da sustentabilidade ambiental planetária. Certamente esse é um pressuposto importante em um curso de licenciatura que, formando os professores sob essa perspectiva, estende essa preocupação para as práticas na Educação Básica. A EA é considerada uma ação educativa capaz de contribuir com o desenvolvimento de posturas sustentáveis, entretanto, é importante ressaltar que esse objetivo será alcançado se a temática ambiental for explorada de modo interdisciplinar, transversal e holístico nos diferentes níveis de ensino.

Todavia, é importante que essa preocupação com a preservação ambiental seja ampliada, de forma que o futuro professor de Física compreenda qual é, de fato, seu compromisso enquanto educador diante desse cenário. De acordo com a professora D₉, o tratamento da temática ambiental nos cursos de Licenciatura em Física deve contribuir para que os futuros professores de Física superem aquela concepção disciplinar e fragmentada que designa a áreas do conhecimento específicas a incumbência de resolver determinadas problemas. A professora destaca que não vivemos uma “realidade de ensino ideal”, em que um professor de determinada disciplina deve ensinar apenas os conteúdos específicos tradicionalmente compreendidos como sendo de domínio de sua área. Por isso, a formação de um professor de Física na perspectiva ambiental é necessária, já que esse docente, enquanto um formador de opiniões, não pode ser alheio a essa problemática em suas atividades didáticas.

Nesse sentido, outro agrupamento reúne os argumentos presentes nos PPC dos cursos FLI₅ e FLI₁₁ e na fala dos docentes D_{2B}, D₃, D₁₀, D₁₁ e D₁₃ que consideram a necessidade de capacitar os futuros docentes para lidarem com

questões socioambientais em suas práticas educativas, visando a formação de sujeitos críticos e reflexivos.

O professor D_{2B} concorda que o papel da temática ambiental na Licenciatura em Física é o de contribuir com a formação de profissionais críticos e reflexivos sobre a questão ambiental, capazes de levarem essas discussões para as aulas de Física. Para o docente D₃, o professor de Física formado sob a perspectiva ambiental estará apto a:

[...] discutir essas questões ambientais em sala de aula no sentido de promover uma alfabetização científica crítica dos estudantes, no sentido que eles possam opinar, claro, baseados em fundamentação científica, social, política e econômica.

No PPC do curso FLI₅, destaca-se o objetivo de “Formar o educador consciente de seu papel na formação de cidadãos sob a perspectiva educacional, científica, ambiental e social considerando o contexto educacional da região em que está inserido” (PPC FLI₅, 2015, p. 10). O professor D₁₃ e a professora D₁₀ concordam com esse posicionamento e destacam que a abordagem de temas ambientais na formação inicial de professores de Física capacitará esse futuro docente para conduzir atividades de ensino que vão além da aplicação de leis e fórmulas. Nas palavras da professora D₁₀:

eu acho que a EA na Licenciatura em Física vai tornar o licenciando um educador. [...]. Ele não vai ser um “dador de aula”. [...], eu acho que ele vai poder ser chamado de educador de fato, porque vai estar preocupado com a formação integral dos estudantes. Não é só ele entender e aplicar uma equação. Ele estará se formando em todos os aspectos, inclusive no ambiental.

No PPC do curso FLI₁₁ destaca-se o compromisso com a formação de professores críticos e reflexivos que, reconhecendo as implicações da produção do conhecimento científico sobre a sociedade, o ambiente e a política, insiram esses aspectos em suas futuras práticas educativas visando o desenvolvimento da criticidade e da reflexividade dos seus alunos. Totalmente alinhado às discussões presentes no PPC do curso em que atua, o professor D₁₁ destaca que a presença na temática ambiental nos cursos de Licenciatura em Física contribuirá para o alcance dessa pretensão:

Pensando a educação de uma forma mais ampla, pensando em um compromisso de formação para a cidadania, para as ações políticas, a vida em sociedade, a vida mais resolvida em relação com as preocupações com o ambiente em que se vive, isso precisa ser posto. [...] A questão socioambiental é base e deve estar presente em todos os cursos. Nesses cursos de formação de professores, isso é uma necessidade.

Esse é um posicionamento de extrema relevância, pois considerando que a escola exerce um papel importante na formação de cidadãos aptos a enfrentarem a crise ambiental, é necessário formar professores qualificados que contribuam com o alcance desse objetivo. Assim, além de ressaltar a formação de professores comprometidos com a sustentabilidade, existe a preocupação em formar um professor de Física envolvido com a abordagem desse assunto em suas práticas educativas de forma crítica e bem fundamentada.

Por fim, em outro conjunto de posicionamentos é evidenciado que a temática ambiental nos cursos de Licenciatura em Física contribui para o desenvolvimento de um pensamento complexo.

O professor D_{2A} destaca que a temática ambiental na formação inicial de professores de Física pode contribuir para: “[...] *pensar meio ambiente para além da preservação, pensar de uma forma ampla e complexa*”. Nessa perspectiva, esses docentes poderão ampliar as suas visões e concepções de Física e até mesmo de ciência, conforme evidenciam as docentes D₅ e D₁₅, respectivamente:

Eu acho que eles [licenciandos em Física] têm a oportunidade de conhecer um outro olhar da física, que é o da complexidade, pra tratar uma questão que não tem um resultado final, assim, não tem uma certeza final e isso é, quebra todos os paradigmas que eles têm da construção da Física. Então, eles percebem que existe também uma Física que dá conta de discutir a questão ambiental, um tema mais complexo, mais aberto, mais dinâmico.

Eu acho que ela [temática ambiental] contribui para que ele [licenciando em Física] tenha uma compreensão diferente da ciência. Acho que essa é a chave do processo, que ele entenda o papel da ciência enquanto instrumento pra perceber o mundo e onde que ele pode usar isso para entender as questões do mundo que ele vive.

Ao abordar a temática ambiental na Licenciatura em Física a partir do ponto de vista da complexidade, os licenciandos terão condições de construir uma nova concepção do tema, além de reconhecerem as oportunidades oferecidas pela Física para a análise dessa questão e de ampliarem sua visão de ciência.

Algumas Considerações

Nesse trabalho, identificamos possibilidades oferecidas pela abordagem da temática ambiental nos cursos de licenciatura em Física para a formação inicial dos professores de Física.

Uma parte dos argumentos é de caráter pontual. Considera-se que, com a abordagem das questões ambientais em sua formação inicial, o professor de Física poderá atuar em projetos multidisciplinares, contribuindo com a construção de modelos que apresentem previsões dos comportamentos climáticos. Outra possibilidade destacada é a formação de profissionais responsáveis com a preservação ambiental e com a construção de sociedades sustentáveis. Essas são concepções que, através de uma visão aplicacionista, justificam a abordagem da temática ambiental na formação inicial do professor de Física.

Por outro lado, outros argumentos apresentam as possibilidades oferecidas pela temática ambiental para a formação de educadores conscientes com o desafio de formar cidadãos empenhados com o enfrentamento dos problemas ambientais através da crítica e reflexão. Com essa concepção, a problematização dos desafios socioambientais nos cursos de Licenciatura em Física assume outro significado, já que se valoriza a formação de um professor de Física que reconhece o objetivo da escola no mundo contemporâneo e que se compromete com o alcance do mesmo.

A partir dessas discussões, identificamos que as possibilidades oferecidas a um professor que teve contato com a temática ambiental em sua formação inicial estão vinculadas aos tipos de atividades desenvolvidas nesses cursos e à maneira como o tema foi abordado, conduzindo os futuros professores a diferentes tipos de atuação no ensino básico.

Sendo assim, enfatizamos a necessidade de discutir o significado de formar um professor de Física no contexto atual. Para tanto, entendemos ser imprescindível

considerar os objetivos atendidos pelo ensino de Ciências na educação básica a fim de formar profissionais capacitados que contribuam com o alcance dos mesmos.

Assim, compreendermos que esses cursos de licenciatura em Física poderiam ser estruturados de forma a se adequarem ao trabalho com temas ambientais para que, quando inseridos no ambiente escolar, os profissionais por eles formados possam vir a contribuir com a perspectiva de uma formação voltada para o enfrentamento de problemas que se apresentam como os mais importantes desafios da humanidade para as próximas gerações. Por isso, a formação de professores críticos e reflexivos, que reconheçam esses problemas e compreendam o objetivo da escola no mundo atual é imprescindível. Nesse sentido, cabe ressaltar que a atenção aos problemas ambientais se configura como mais um dos aspectos importantes para a formação desses docentes.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 3ª reimpressão da 1ª edição de 2016. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1999.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP n. 2/2012, de 15 de junho de 2012. **Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília: MEC/CNE, 2012.

CARVALHO, L. M. A Educação Ambiental e a formação de professores. In: Secretaria de Educação Fundamental. **Panorama da Educação Ambiental no ensino fundamental**. Brasília: MEC; SEF, 2001, 149 p.; p. 55-83. Disponível em: <<https://bit.ly/2OLdmP7>>. Acesso em: abr. 2018.

FRASER, M. T. D.; GONDIM, S. M. G. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 28, p. 139-152, 2004.

JACOBI, P. R. Educação ambiental e o desafio da sustentabilidade socioambiental. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 524-531, 2006.

OLIVEIRA, M.G.; CARVALHO, L. M. Políticas públicas de formação de professores e de Educação Ambiental: possíveis articulações? **Revista Contemporânea de Educação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, p. 252–275, 2012.

REIS, D. A.; SILVA, L. F.; FIGUEIREDO, N. As complexidades inerentes ao tema mudanças climáticas: desafios e perspectivas para o Ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 535-554, 2015.

SILVA, L. F. **A temática ambiental, o processo educativo e os temas controversos**: implicações teóricas práticas para o ensino de física. 2007. 211 f. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, Campus de Araraquara, Araraquara, 2007.

WATANABE, G. **Aspectos da complexidade**: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental. 2012. 246 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SABERES DOCENTES MOBILIZADOS POR UMA PROFESSORA EM FORMAÇÃO

TEACHERS KNOWLEDGE MOBILIZED BY A FORMATION TEACHER

Amanda Cristina Naujorks¹, Lisiane Barcellos Calheiro², Nádia Cristina Guimarães Errobidart³

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física/Discente do Curso de Física Licenciatura, amandacnaujorks@gmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física/Docente do Curso de Física Licenciatura liscalheiro@gmail.com

³ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física/Docente do Curso de Física Licenciatura e Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, nacriquer@gmail.com

Resumo

O trabalho apresenta um recorte de uma pesquisa qualitativa na qual investigou a mobilização dos saberes docentes a partir da construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) e de uma autoavaliação do processo vivenciado. No decorrer de 11 aulas da disciplina de Prática de Ensino de Física III, os acadêmicos tiveram contato com fontes de aquisição de saberes disciplinares e da formação profissional e compartilharam momentos de construção de saberes experienciais, ao elaborarem uma UEPS. Ao final das atividades responderam um questionário pontuando suas impressões sobre a mobilização de saberes docentes e sua contribuição para a formação. Os resultados foram analisados com base nas discussões de Maurice Tardif sobre saberes docentes, utilizando como fonte de coleta de dados as respostas de um questionário e a UEPS elaborada pela acadêmica “Karla”. Eles sinalizam que ela apresenta dificuldades em mobilizar saberes disciplinares e da formação profissional na estruturação dos passos. O estudo revela a necessidade de reforçar elementos fundamentais no processo de constituição dos saberes docentes na formação inicial e a compreensão de que para ensinar é necessário aprender a ensinar.

Palavras-chave: Formação de professores, saberes docentes, pratica de ensino, unidade de ensino potencialmente significativa.

Abstract

The work presents an excerpt from a qualitative research in which the mobilization of teaching knowledge was investigated from the construction of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) and a self-assessment of the process experienced. During 11 classes of Physics Teaching Practice III, academics had contact with sources of acquisition of disciplinary knowledge and professional formation and shared moments of construction of experiential knowledge, when elaborating a PMTU. At the end of the activities, they answered a questionnaire punctuating their impressions on the mobilization of teaching knowledge and their contribution to formation. The results were analyzed based on the discussions of Maurice Tardif on teaching knowledge, using the answers to a questionnaire and the

UEPS prepared by the academic “Karla” as the data collection source. They signal that she has difficulties in mobilizing disciplinary knowledge and professional training in structuring the steps. The study reveals the need to reinforce fundamental elements in the process of construction teaching formation in initial training and the understanding that to teach it is necessary to learn to teach.

Keywords: Teacher formation, teacher knowledge, Teaching Practice, Potentially Meaningful Teaching Unit. (PMTU)

Introdução

A formação e a prática docente são grandes desafios nos nossos dias, principalmente pela relação com os processos de ensino e aprendizagem, e neste contexto destaca-se a necessidade de uma reflexão sobre os saberes docentes e uma maior articulação entre os saberes disciplinares, como os da Física e os saberes da formação profissional, como as teorias da aprendizagem, ambos necessários para o exercício da docência. Na pesquisa da qual recortamos este trabalho, a discussão foi realizada com base na construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e nas respostas do questionário aplicado aos acadêmicos ao final da disciplina de Prática de Ensino de Física III. Acreditamos que é durante a formação inicial que o futuro professor poderá modificar suas concepções a respeito dos processos de ensino e aprendizagem.

Com vistas a contribuir para a reflexão sobre os saberes docentes no contexto da formação inicial, este trabalho tem por objetivo discutir o planejamento e a construção da UEPS, buscando a articulação com saberes profissionais necessários para desenvolver uma atividade experimental pautada na teoria da aprendizagem significativa.

Reflexões teóricas

Para a análise deste trabalho, utilizamos a discussão de Maurice Tardif sobre a problemática da profissionalização docente, seus saberes e o processo de formação de um professor. Com base nos seus estudos, ele pontua que o saber docente é composto por conhecimentos, saber-fazer, competências, habilidades e outros elementos e por isso “[...] se constitui em um ‘saber plural’, formado pelo amálgama mais ou menos coerente de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais” (TARDIF, 2014, p.30).

É importante destacar que concordamos com o autor que “a questão do saber dos professores não pode ser separada das outras dimensões do ensino, nem do estudo do trabalho realizado diariamente pelos professores de profissão, de maneira mais específica” (TARDIF, 2014, p.9), pois estão fortemente interligadas. Que parte desse amálgama que constitui esse saber plural, especificamente os saberes da formação profissional, os disciplinares e os curriculares não são produzidos pelos professores, pois estão associados a fontes distintas, apresentadas aos graduandos, nas disciplinas. No caso, essas disciplinas cursadas no decorrer da graduação evidenciam o lugar de aquisição desses saberes e requer do sujeito em formação um investimento em prol da apropriação dos saberes nela explorados, conforme sua identidade pessoal. Já os saberes denominados como os da experiência são construídos pelos professores no e pelo trabalho, ao mobilizarem

esses outros saberes, buscando articular teoria e prática docente, na elaboração de planos de aula e/ou no desenvolvimento deste em sala de aula. A diferenciação desses tipos de saberes é amplamente discutida em estudos sobre a formação de professores e na maioria dos trabalhos os autores empregam a reflexão de Tardif (2014), aspecto que orientou a escolha deste referencial. Ele considera os *saberes da formação profissional* como aqueles conhecimentos produzidos pelas ciências da educação e que se integram à formação do professor, por meio das disciplinas que possuem a finalidade de orientar a prática docente. Os *saberes disciplinares* correspondem aos diversos campos de conhecimento em nossa sociedade, como o da Física. Ele emerge da tradição cultural e, embora não sejam produzidos pelos professores, são transmitidos por eles sob a forma de conteúdos organizados em materiais didáticos utilizados nas disciplinas escolares.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC é um exemplo de fonte de aquisição de *saberes curriculares* que apresentam um conjunto de conhecimentos produzidos para e pela instituição escolar. São organizados sob a forma de programas escolares, os quais correspondem aos conteúdos, objetivos e métodos para o ensino dos saberes entendidos pela sociedade como importantes para serem explorados pelos professores no contexto escolar. As atividades necessárias para o desenvolvimento da ação didática no contexto de sala de aula são descritas por Tardif (2014) como parte dos saberes experienciais. Eles são construídos pelo professor por meio da articulação e mobilização dos saberes adquiridos em fontes diversificadas, principalmente ao longo de sua trajetória formativa. São evidenciados nos materiais elaborados pelo professor para orientar a prática docente, manifestados nela e por ela validados.

Consentimos, assim como Tardif (2014), que a prática docente promove a mobilização dos saberes da formação profissional, dos disciplinares e dos curriculares, que servem de base para o ofício de professor. Consideramos possível evidenciar essa mobilização na fase de construção do planejamento e no momento da execução de sua ação docente, conforme os objetivos que ele pretende atingir e seu julgamento. Concordamos com o autor que a relação dos professores com esses saberes não é somente cognitiva, mas um agrupamento de vários saberes construídos a partir da sua interação com a sociedade, com as universidades, escolas e colegas de trabalho.

Metodologia

Nesse trabalho avaliamos como ocorreu a mobilização e associação do saber disciplinar das Leis de Newton com os da formação profissional relacionados à Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (AUSUBEL, 2003) e com a organização sequencial do planejamento de uma UEPS (MOREIRA, 2011), que são sequências didáticas fundamentadas em teorias da aprendizagem, mais especificamente na TAS. A UEPS utiliza alguns princípios facilitadores tais como a diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação, conceitos discutidos por Ausubel (2003) na TAS.

Na elaboração da UEPS, Moreira (2011) propõe que a unidade de ensino seja estruturada em oito passos, os quais orientam o seu planejamento e que estes sejam compostos por materiais e estratégias didáticas diversificadas. Fator relevante para a construção da UEPS é o conhecimento prévio dos alunos, bem como a utilização de organizadores prévios, o que transformará o conhecimento prévio em

novos conhecimentos a serem abordados. As situações-problema devem envolver conceitos com diferentes graus de complexidades, onde o professor deve mediar e buscar indícios de aprendizagem significativa. Esse trabalho é um recorte de uma pesquisa qualitativa que investigou a construção de uma UEPS sobre as leis de Newton, após atividades formativas que buscavam promover a aquisição dos aspectos sequenciais e dos princípios de uma UEPS. Cabe ressaltar que os saberes da formação profissional relacionados às diferentes formas de abordar atividades experimentais, tais como tipos de laboratórios, concepções de laboratório, tipos de experimentos, entre outros, fazem parte da ementa da disciplina. No quadro 1 apresentamos a descrição das atividades desenvolvidas com o objetivo de promover a aquisição de saberes para a construção da UEPS.

Quadro 1 – Descrição das atividades para construção da UEPS

Aulas	Descrições das aulas	Atividades desenvolvidas
Aula 01	Apresentação do artigo UEPS (Moreira,2011).	Discussão sobre os princípios e os aspectos sequenciais para elaboração de uma UEPS.
Aula 02	Aula expositiva e dialogada	Nesta aula foi apresentado cada um dos passos das UEPS com exemplos de diferentes UEPS.
Aula 03	Atividade avaliativa sobre os passos da UEPS.	Foi proposta uma avaliação individual; nesta avaliação os acadêmicos receberam uma UEPS com os passos separados para os identificarem.
Aula 04	Atividade de construção da wiki.	Foi apresentado aos estudantes como seriam desenvolvidas as atividades de construção das UEPS. Cada acadêmico deveria construir no AVA (ambiente virtual de aprendizagem) um WIKI para ser compartilhado com a professora para construção das UEPS.
Aula 05	Atividade do wiki 01-desenvolvimento das três primeiras atividades.	1 – Elaborar um texto com a fundamentação abordando os seus principais conceitos. 2 – Elaborar um quadro com a pesquisa bibliográfica dos últimos 5 anos nos eventos de ensino de Física e Ciências. 3 – Elaborar uma introdução abordando atividades experimentais no ensino de Física.
Aula 06	Construção do 1º passo da UEPS: leitura das competências e habilidades de Ciência da Natureza da educação básica na BNCC.	Para o <u>1º passo</u> : Após leitura e explicação da BNCC foram definidos o(s) objetivo(s) da UEPS para o tema escolhido, conforme competências e habilidades da BNCC e os conceitos abordados no tópico.
Aulas 07 e 08	Construção do 2º e 3º passos da UEPS (esta atividade foi desenvolvida no AVA e presencial).	Para o <u>2º passo</u> : elaborar uma situação inicial com uma atividade experimental demonstrativa investigativa para levantamento dos conhecimentos prévios. Para o <u>3º passo</u> : elaborar duas situações-problema com atividades experimentais com roteiro fechado; todos devem ser acompanhados de situações contextualizadas.
Aula 09	Construção do 4º e 5º passo da UEPS (atividade foi desenvolvida no AVA e presencial).	Elaborar para o <u>4º passo</u> uma atividade experimental investigativa e diferentes situações. No <u>5º passo</u> devem ser utilizados dois tipos de estratégias a partir de situações com maior nível de complexidade. Os recursos deverão ser: textos históricos que abordem a parte experimental, ou seja, introduzir reflexões sobre a natureza da Ciência.
Aula 10	Tarefa para construção do 6º e 7º passos da UEPS (esta atividade foi desenvolvida diretamente no AVA).	No <u>6º passo</u> : os acadêmicos deverão acessar um laboratório virtual e escolher um experimento. <u>7º passo</u> elaborar uma avaliação somativa individual com todos os conceitos abordados na UEPS.
Aula 11	Elaboração do 8º passo da UEPS e questionário individual.	O questionário tem como objetivo verificar a opinião dos acadêmicos sobre a produção e a construção de cada passo da UEPS e elaboração do <u>8º passo</u> .

Fonte: Autores

No questionário foi solicitado que os acadêmicos apresentassem pontos que consideraram como indicativos positivos e negativos da capacidade de realização dos aspectos sequenciais de uma UEPS com atividades experimentais. Neste trabalho apresentamos como resultados apenas a análise das respostas do questionário de uma das acadêmicas da disciplina, aqui denominada “Karla”.

Resultados e análise

Antes de analisarmos os resultados obtidos no processo de construção das UEPS, a partir da análise do plano de aula e das respostas de Karla, consideramos importante esclarecer que nas aulas de 01 a 05 a professora discutiu saberes da formação profissional e disciplinares, de forma a promover aos acadêmicos lugares e fontes de aquisição de conhecimentos e posterior construção de seus saberes profissionais sobre experimentação e UEPS. A partir da aula 6, após a construção de cada passo da UEPS, responderam a uma questão com o seguinte enunciado: “*Considerando a importância de refletir sobre sua formação na construção de uma UEPS, elabore uma autoavaliação do processo vivenciado nessa disciplina. Aponte pontos que considera como indicativos positivos e negativos da capacidade de realização dos aspectos sequenciais de uma UEPS*”. Cada questão se referia a um dos passos conforme descrito no quadro 1.

Com relação ao primeiro passo a licencianda Karla relata a dificuldade em encontrar atividades experimentais com o tema escolhido, no caso o saber disciplinar das leis de Newton, como podemos observar na transcrição abaixo.

“Foi um pouco complicado achar trabalhos que falassem sobre as leis de newton de uma maneira experimental e os que encontrei não eram bons; só consegui aproveitar a ideia de um deles, os outros eram mais analisando o experimento ou então só falava o que foi feito, mas não como foi o procedimento realizado”. (grifo nosso)

Karla sinaliza dificuldade em identificar artigos científicos, para utilizar como fonte de aquisição de conhecimentos que relatam resultados de atividades experimentais no ensino de Física. Entretanto sugere possuir saberes experienciais para avaliar a qualidade dos trabalhos e selecionar um deles para utilizar na construção da UEPS. Sua reflexão indica contradição ao pontuar que “[...] só falava o que foi feito, mas não como foi o procedimento realizado” o que sugere não compreender adequadamente estratégias de experimentação. Esse resultado indica que os saberes da formação profissional, associados a experimentação, necessitam de mais “condições de aquisição e utilização”. Consideramos que além da discussão dos saberes da formação profissional, adquiridos na universidade é necessário promover momentos que viabilize a sua mobilização no âmbito do trabalho desenvolvido na escola. Isso possibilitaria que um professor em formação inicial começasse a construção dos seus saberes experienciais (TARDIF, 2014, p.193). Eles são os saberes específicos que cada professor desenvolve em seu trabalho cotidiano e segundo Tardif (2014, p.39) “[...] brotam da experiência e são por ela validados. Eles incorporam-se à experiência individual e coletiva sob a forma de *habitus* e de habilidades, de saber-fazer e saber- ser.

Quanto aos saberes curriculares Karla pontua que não encontrou dificuldades em atender as orientações da BNCC, pois já tinha consolidado tais saberes curriculares, como evidenciado na transcrição.

“Para fundamentação teórica foi bem tranquila, como eu já tinha trabalhado em outras disciplinas a BNCC foi mais fácil achar as competências e elaborar os objetivos adequados para o conteúdo”. (grifo nosso)

Karla sinaliza na sua reflexão a contribuição das discussões realizadas em outras disciplinas do curso de formação na construção dos saberes curriculares. Entretanto, evidenciamos no quadro 2, que Karla apresenta dificuldades na elaboração dos objetivos e na identificação das competências e habilidades, que podem ser desenvolvidas a partir da abordagem conceitual das Leis de Newton. Ao invés de estabelecer uma relação entre os saberes disciplinares e os curriculares, Karla transcreve o texto apresentado na BNCC, sem indicar como vai avaliar as aplicações das Leis Newton ou listar possíveis implicações no cotidiano.

Evidenciamos também no quadro 2 que Karla empregou a diferenciação progressiva ao listar os saberes disciplinares, que foram abordados na UEPS, partindo dos conceitos mais gerais (Leis de Newton) para os mais inclusivos (aplicação das leis), o que sugere a compreensão dos saberes da formação profissional, associados a Teoria Aprendizagem Significativa.

Quadro 2 – Descrição do primeiro passo da UEPS elaborado por Karla

1ª Passo: Definição de Conceitos
Tópicos: Leis de Newton, Força, Referencial inercial, Equilíbrio, Aplicação das Leis de Newton.
Objetivos: Associar e reconhecer as leis de Newton através de problemas do cotidiano; exemplificar os tipos de força e momento de inércia.
Objetivos de acordo com as Competências e Habilidades descritas na BNCC: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza; Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Fonte: Autores

Com relação a elaboração da situação inicial empregando uma atividade experimental demonstrativa investigativa, solicitada no segundo passo, a acadêmica sinaliza a importância dos saberes da experiência. Na transcrição Karla fala que ao fazer o experimento modificou sua concepção de que seria complicado elaborar uma atividade experimental demonstrativa, para abordar as três leis de Newton

“Para um primeiro momento eu achei que seria complicado a elaboração de um experimento demonstrativo que abrangesse as três leis de uma vez. Contudo quando fui fazer achei até que bem tranquilo; consegui manipular a mesma demonstração para que conseguisse alcançar as três leis.”

No entanto, ao analisar a descrição da atividade experimental demonstrativa investigativa transcrita no quadro 3, evidenciamos a dificuldade com relação aos saberes disciplinares, como por exemplo ao mencionar que o carrinho será empurrado pela força do balão. A descrição de Karla, também sugere dificuldade com relação aos saberes da formação profissional relacionado a atividade investigativa, pois as questões investigativas elaboradas indicam uma preocupação em comprovar a teoria a partir de experimentos.

Quadro 3 – Descrição resumida do segundo passo da UEPS elaborado por Karla

2ª Passo: Investigação dos conhecimentos prévios
Situação inicial - A professora fará 3 demonstrações diferentes questionando os alunos sobre o que eles acham que irá acontecer; cada demonstração estará relacionada a uma das leis de Newton.

Atividade experimental demonstrativa - Dois carrinhos de massas diferentes com um canudo e um balão grudados em cima serão usados para demonstrar os principais tópicos relacionados às três leis de Newton como: movimento retilíneo uniforme, relação entre massa aceleração e força e os tipos de forças, todos estarão ligados com a demonstração do carrinho com balão. Questões: 1- Qual o sentido do movimento do carrinho? Isso está relacionado com qual lei da Física? 2- Quando o balão acabar o ar o carrinho continuará andando somente com o impulso que foi dado inicialmente? Explique através de um pequeno texto sua resposta. 3- Se eu encher esse mesmo carro com pedras ele ainda será “empurrado” pela força do balão? Justifique

Fontes: Autores

Com relação ao terceiro passo, Karla, ao refletir sobre a elaboração das duas situações-problema, com atividades experimentais, utilizando um roteiro fechado, novamente menciona dificuldades para realizar a mobilização de saberes da formação profissional, necessários para construção desse passo da UEPS.

*“Tive dificuldades em elaborar a situação problema introdutória, já que eu não poderia considerar que eles saberiam alguma coisa relacionada ao conteúdo ainda, e como era uma coisa introdutória **acabei pegando os experimentos simples que tinham disponíveis na internet**, já que tinha que ser uma coisa bem introdutória.”(grifo nosso)*

Apesar de Karla apenas mencionar que teve “*dificuldades em elaborar a situação problema introdutória*” sua afirmação sugere que eles estavam associados a uma dificuldade em identificar quais seriam os conhecimentos prévios dos alunos, sobre leis de Newton. Essa dificuldade pode ser interpretada como uma falta de compreensão de saberes da formação profissional, relacionados a teoria da aprendizagem significativa, especificamente os conhecimentos prévios ou de natureza disciplinar: que conceitos físicos seriam relevantes para ancorar o novo conhecimento? Ao analisarmos as informações apresentadas por Karla no plano de aula, transcritas no quadro 4, identificamos aspectos que sinalizam falhas na aquisição de saberes disciplinares. Ela informou que a situação problema foi retirada de uma fonte consultada no processo de busca de informações e aquisição de conhecimentos, em trabalhos que discutiam a experimentação: “acabei pegando os experimentos simples que tinham disponíveis na internet”.

Quadro 4 – Descrição resumida do terceiro passo da UEPS elaborado por Karla

Situação 1 – Foi feita uma questão para contextualizar e para investigar o conhecimento dos alunos e, após, uma atividade experimental com roteiro fechado. Imagine que você esteja num carro, numa velocidade constante, numa estrada reta e plana. Se você fechar os olhos e tapar os ouvidos, não será capaz de dizer em que velocidade está se movendo, pode até ser que nem saiba se está parado ou não. **Isso porque não há nenhuma força agindo sobre você** e você pode ficar confortavelmente sentado no seu banco. E se de repente o carro acelerar ou frear, o que você irá sentir em cada caso? Você sabe o motivo disso acontecer? A resposta será anotada no quadro para uma comparação ao final da aula.

Fonte: Autores

No entanto, evidenciamos no quadro 4, a partir da questão elaborada na UEPS, problemas com saberes disciplinares das leis de Newton. Nesta questão, verifica-se que não foi feito um estudo mais rigoroso dos conceitos utilizados na introdução da atividade experimental, inferindo-se assim que Karla ainda, apresenta dificuldade nos seus saberes disciplinares. Ela não identificou um problema conceitual na afirmação: “Isso porque não há nenhuma força agindo sobre você”.

Também utilizou as informações sem uma adequada reflexão sobre os saberes disciplinares apresentados na fonte, pois se ao “ficar confortavelmente sentado no seu banco” temos pelo menos duas forças atuando sobre nós, no caso as forças

peso e normal, as quais não estão na mesma direção do movimento e provavelmente não foram consideradas por esse motivo. Karla necessitaria de uma adequação ao conteúdo físico de primeira lei de Newton, indicando se a resultante das forças que atuam sobre uma partícula é nula, em determinada direção, ela está parada ou em Movimento Retilíneo Uniforme.

A análise das respostas e da UEPS construída pela acadêmica Karla nos permitiu evidenciar a necessidade de orientar a busca e seleção de fontes que promovam a aquisição de saberes necessários para o trabalho docente. Possibilitou compreender as dificuldades que acadêmicos como Karla enfrentam para iniciar a construção dos saberes da formação profissional, a necessidade de promover momentos de construção de saberes bem como de reflexão sobre o processo formativo em que estão inseridos e a importância de atividades que solicitem a articulação entre a teoria e a prática.

Considerações Finais

Nesse trabalho apresentamos os resultados de uma intervenção pedagógica estruturada com base na construção de uma UEPS, buscando avaliar sua contribuição para o desenvolvimento de competências necessárias para elaboração de estratégias didáticas com ênfase em atividades experimentais, durante a formação inicial. Mesmo relatando algumas dificuldades, a acadêmica demonstrou estar em processo de construção de saberes disciplinares relacionados as Leis de Newton. Com relação aos saberes da formação profissional a análise das três primeiras questões, sugere uma compreensão da teoria utilizada como referencial para construção da UEPS alicerçada em atividades experimentais. Em relação ao saber curricular evidenciamos falta de domínio ao buscar correlação de alguns conceitos disciplinares com as competências da BNCC.

Entre as implicações deste trabalho destacamos a importância da futura professora em reconhecer as dificuldades enfrentadas tanto ao preparar uma aula quanto na busca por materiais diferenciados, como também na construção de questões investigativas. Esses resultados reforçam elementos fundamentais no processo de constituição dos saberes docentes na formação inicial de professores e a compreensão de “que ensinar supõe aprender a ensinar, ou seja, aprender a dominar progressivamente os saberes necessários à realização do trabalho docente (TARDIF, 2014, p.18).

Referência

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas In: **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(2), 2011.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis – RJ: Vozes, 2014.

Agradecimento

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS

DIFERENTES ABORDAGENS DE LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE ESTUDOS DE MATERIAIS EXPERIMENTAIS EM UM LABORATÓRIO COM POUCO USO.

Ricardo Costa Dobrowisch¹, Eugenio Maria de França Ramos²,
Natan Trovó Lino³

¹Instituto de Geociências e Ciências Exatas / Licenciatura em Física e LaPEMID CEAPLA / UNESP,
costa.dobrowisch@unesp.br

²Instituto de Biociências/Departamento de Educação e LaPEMID CEAPLA/ UNESP,
eugenio.ramos@unesp.br

³USP / Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, natan.lino@usp.br

Resumo

Apresentamos parte de um estudo sobre materiais didáticos experimentais para o Ensino de Física, tendo como foco o acervo de um laboratório didático de uma escola da Educação Básica localizada no município de Rio Claro (SP, Brasil). O intuito da pesquisa foi, além do levantamento dos materiais encontrados no laboratório e sua caracterização, investigar evidências quanto ao enfoque do Ensino de Física no laboratório didático em períodos anteriores, a partir do estado de conservação de materiais e a variedade de exemplares. Para o levantamento e registro dos materiais existentes no laboratório da escola, e análise das coleções de livros didáticos, foi realizada uma pesquisa qualitativa, exploratória e documental. Embora atualmente em desuso na escola, o estudo dos materiais, particularmente o estado de conservação dos materiais experimentais trouxe evidências consistentes quanto a utilização do laboratório didático em três diferentes possibilidades: o laboratório tradicional em pequenos grupos de trabalho, o laboratório de cátedra e o laboratório de projetos, conforme os modelos propostos nos trabalhos de Ferreira (1978) e Andrade (2010).

Palavras-chave: Experimentos Didáticos, Laboratório Didático, Tipos de Laboratório, Ensino de Física

Abstract

We present part of a study on experimental didactic materials for Physics Education, focusing on the collection of a didactic laboratory of a Basic Education school located in the city of Rio Claro (SP, Brasil). The purpose of the research was, in addition to the survey of the materials found in the laboratory and their characterization, to investigate evidence regarding the focus of Physics Teaching in the didactic laboratory in previous periods, from the state of conservation of materials and the variety of specimens. For the survey and registration of the existing materials in the school laboratory, and analysis of the textbook collections, a qualitative, exploratory and documentary research was carried out. Although currently in disuse at school, the study of materials, particularly the state of conservation of experimental materials, brought consistent evidence regarding the use of the teaching laboratory in three different possibilities: the traditional laboratory in small work groups, the teaching laboratory and the laboratory of projects, according to the models proposed

in the works of Ferreira (1978) and Andrade (2010).

Keywords: Didactic Experiments, Didactic Laboratory, Types of Laboratory, Physics Teaching

Introdução

Atividades experimentais no contexto de disciplinas científicas são consideradas importantes para o processo de ensino e aprendizagem, demonstrando ser um material didático positivamente valorizado por pesquisadores e educadores (GASPAR, 2014; RABONI, 2002). Entretanto, é frequente encontrarmos laboratórios didáticos fechados e com materiais com sinais de pouco uso, evidenciando que até mesmo docentes que reconhecem a importância do uso de atividades experimentais, não fazem uso deste recurso didático em suas aulas. Quando docentes são questionados a respeito das causas de não utilizarem atividades experimentais em suas aulas, apontam como deficiências a falta de materiais e de equipamentos (GASPAR, 2014). Justificativas que parecem plausíveis, à primeira vista, mas não representam adequadamente o que observamos na escola de Educação Básica desta pesquisa.

A escola escolhida possui um importante histórico de colaboração com a formação de professores, cooperando com a Universidade em projetos ou ainda em atividades de estágio supervisionado de estudantes de Licenciatura em Física. Com o apoio da direção da escola, iniciamos, desde abril de 2016 até 2019, um processo de identificação dos materiais e a tentativa de recuperação do laboratório como espaço didático para a disciplina de Física. Na mencionada escola encontramos um Laboratório Didático de Física em situação de desuso, com uma quantidade significativa de materiais experimentais em variados estados de conservação.

Durante nosso estudo sobre os materiais presentes no laboratório, identificamos também a quantidade e a variedade de cada aparato experimental. Percebemos que com tais dados seria possível discutir possíveis estratégias de uso do laboratório, conforme diferentes procedimentos de ensino, tomando como base as propostas sugeridas por Ferreira (1978) e Andrade (2010).

Objetivos e perspectiva metodológica

Relatamos neste trabalho parte do estudo sobre materiais didáticos experimentais existentes em um laboratório de uma escola da Educação Básica do município de Rio Claro (SP), que se encontrava desativado.

Nossos objetivos foram: (a) analisar as condições de um laboratório didático de Física, (b) inventariar os materiais encontrados e (c) estabelecer as possíveis abordagens no laboratório em seu período, com base na quantidade e variedade dos materiais presentes no laboratório.

O estudo se caracterizou como qualitativo e exploratório (LÜDKE; ANDRÉ, 2013), tendo como procedimento de coleta de dados a pesquisa de campo (GONSALVES, 2007), uma vez que buscamos as informações diretamente no

acervo de materiais didáticos presentes no laboratório da escola.

Os materiais e o Laboratório Didático

O trabalho foi desenvolvido em diferentes etapas e frentes. Inicialmente concentramo-nos na limpeza, numeração dos materiais e registros fotográficos, quando possível, com uma escala de referência em centímetros. Nessa etapa elaboramos um inventário sequencial, sem ainda nos preocuparmos em separar os materiais nas diferentes áreas da Física. Depois de limpos, os materiais foram etiquetados de acordo com a numeração do catálogo do inventário inicial e embalados em sacos plásticos. Posteriormente foram organizados nas estantes e nos armários disponibilizados pela direção da escola, na sala de preparação anexa ao laboratório didático.

Figura 1 – Imagem de parte dos equipamentos após o processo de limpeza e catalogação foram embalados e armazenados na sala de preparação anexa ao espaço do Laboratório de Física



Fonte: Acervo LaPEMID (2018).

Foram registrados e numerados no caderno de campo 1700 diferentes objetos, para os quais também foram feitos registros fotográficos com mais de 6000 imagens.

Ao analisar os materiais encontrados, identificamos aparatos de diferentes áreas da Física – tais como mecânica, óptica, termodinâmica e eletromagnetismo –, sendo que muitos deles ainda estavam em funcionamento, sobretudo os de mecânica, eletricidade e alguns instrumentos de medida. Alguns dos objetos encontrados não foram identificados até o momento, indicando experimentos não usuais e outros conteúdos.

Peças de artesanato, como bonecas de papel machê e alguns poucos materiais de geografia também foram encontradas (mas não registrados em nosso acervo de interesse), confirmando os depoimentos informais da direção da escola de que a sala já fora utilizada também para outras disciplinas, em função de sua não utilização para aulas práticas da disciplina de Física.

Aprimorando os primeiros registros, elaboramos uma planilha de identificação a partir das fotos, indicando, quando puderam ser reconhecidos, o nome dos

materiais, uma breve descrição, novo número de identificação, a perspectiva da foto e o estado de preservação – se estavam em funcionamento ou danificados – em qual área da Física poderiam ser relacionados e, caso encontrado, material bibliográfico com indicação de seu modo de funcionamento, como mostramos no Quadro 1 de maneira simplificada apenas para dois dos materiais encontrados. Importante mencionar que o Quadro 1 é uma versão simplificada, uma vez que algumas linhas em branco foram omitidas nesta reprodução para simplificar sua apresentação neste trabalho.

No caso de materiais danificados, consideramos três diferentes níveis: parcialmente danificados (com pequenos reparos necessários), danificados com necessidade de grandes reparos ou irrecuperáveis

Nome Original do Arquivo		100_0523	100_1145	
Novo Nome do Arquivo		E001FMD532000_00001_01	E001FMD532000_00002_01	
Tipo do Arquivo		JPG	JPEG	
Visão		3 – Superior	1 – Frontal	
Tipo	Laboratório			
	Material Limpo	X	X	
	Material Sujo			
Número de Identificação		29	241	
Nome		Aparato de Haldat	Areômetro de Nicholson	
Área a qual pertence	Mecânica	De fluidos	X	X
		Dos gases		
		Geral		
	Eletromagnetismo			
	Magnetismo			
	Eletricidade			
	Não pertence à física			
	Indefinido			
Situação	Indefinido			
	Em funcionamento		X	
	Danificado	X		
Nível de reparo necessário	Pequenos reparos			
	Grandes reparos			
	Irrecuperável			
	Indefinido	X		
Bibliografia de Referência		Leybold (1969); Freitas (1953)	Freitas (1953)	

Quadro 1: Modelo Esquemático do Inventário dos Materiais do Laboratório Didático.

Como mostra o Quadro 1, nos atentamos em associar a área de estudo da Física a qual cada material registrado pertence, bem como a identificação do seu estado de funcionamento.

Além disso, para o registro do Novo Nome do Arquivo, foi definido um sistema de nomenclatura para os arquivos de imagem, permitindo a inclusão de novas

escolas ou materiais.

O Quadro 2 lista as possibilidades para descrição do material que o arquivo de imagem traz. Para gerar o Novo Nome do Arquivo, deve-se selecionar uma opção de cada coluna – qual escola o material pertence, qual área de conhecimento, se é um material didático ou foto da escola etc. Dedicamos um espaço chamado Subárea que deve ser preenchido de acordo com a referência numérica, tal qual se utiliza usualmente em bibliotecas para as diferentes temáticas de cada área de conhecimento, por exemplo 531600 para o tópico energia ou 532000 para Mecânica dos Fluidos. O Quadro 3 exemplifica como foi o preenchimento das informações dos dois materiais apresentados no Quadro 1, utilizando os novos parâmetros de nomenclatura de arquivos.

Escola	Área de Conhecimento	Tipo	Subárea (Classificação Bibliodata)	Nº Objeto
E001 – Escola 1	F - Física	MD - Material Didático	530000 - Física	00001
E002 – Escola 2	B - Biologia	LD - Laboratório Didático (Vista Geral)	530010 - Física (Filosofia)	00002
	Q - Química	LV - Livro	530020 - Física (Manuais de Laboratório)	00003
	M - Matemática	ES - Escola	531500 - Gravidade (Física)	00004
		SA - Sala de Aula	531550 - Balística	00005
		PD - Procedimento	531600 - Energia (Física)	00006
		PE - Pessoas	532000 - Mecânica dos Fluidos	00007

Quadro 2: Modelo Esquemático do Código de Referência Para a Nova Nomenclatura dos Arquivos.

Escola	Área	Tipo	BiblioData	Número	Foto	Novo Nome
E001	F - Física	MD	532000 - Mecânica dos Fluidos	00001	01	E001FMD532000_00001_01
E001	F - Física	MD	532000 - Mecânica dos Fluidos	00002	01	E001FMD532000_00002_01

Quadro 3: Modelo Esquemático do Preenchimento Para a Nova Nomenclatura dos Arquivos.

No trabalho com os materiais, nos deparamos com uma variedade notável de

Figura 2 – Areômetro de Nicholson

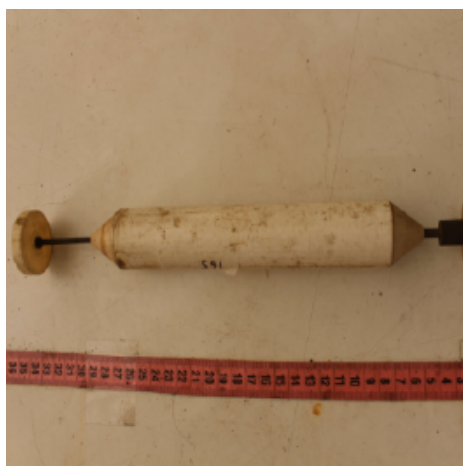
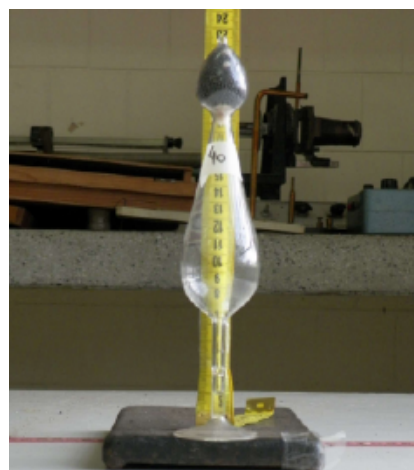


Figura 3 - Aerômetro de Fahrenheit



Fonte: Acervo LaPEMID

les Canarias Cabrera Pinto (2018), reconhecemos outro material, o Areômetro de Fahrenheit (Figura 3), que se tratava de uma variação do Areômetro Nicholson.

No entanto, mesmo com auxílio dessas bibliografias (e também manuais de materiais experimentais), ainda existem materiais em nossos registros que não conseguimos identificar, indicando experimentos e conteúdos não usuais para o Ensino de Física atual no nível médio da Educação Básica.

Desvelando enfoques

No laboratório didático estudado foram encontrados diversos aparatos experimentais e em diferentes quantidades. Dentre eles: alguns poucos experimentos construídos (panela de pressão, chuveiro elétrico e alguns eletroscópios); diversos carrinhos de madeira para experimentos de Mecânica; e exemplares únicos da área de Mecânica dos Fluidos, entre outros.

Consideramos três possibilidades de enfoques para as aulas de laboratório:

- No caso de experimentos que encontramos em grande quantidade de exemplares e com desgastes, consideramos indícios suficientes para assumir que eles, provavelmente, foram utilizados com trabalho em grupos de alunos, com roteiro de observação ou tarefas semelhantes à na forma de um laboratório tradicional;
- No caso de experimentos encontrados que apresentavam poucas marcas de uso e com apenas um exemplar (como é o caso do aerômetro de Faraday) é provável que tenham sido utilizados na forma de demonstrações controlados pelo professor, ou seja, uma abordagem como laboratório de cátedra,
- Por fim, alguns objetos encontrados sugeriam terem sido construídos (como chuveiros elétricos parcialmente desmontados, panela de pressão, prancha de madeira com interruptores elétricos e bocais de lâmpadas) para os quais assumimos que, possivelmente, tenham sido resultado da abordagem de laboratório de projetos.

Tal variedade evidencia a três diferentes possibilidade de aulas com diferentes organizações, como (a) a atuação direta dos estudantes (possivelmente em grupo), (b) em outros casos aulas demonstrativas e (c) a realização de projetos, associadas a diferentes abordagens didáticas, como o laboratório tradicional, o laboratório de cátedra e o laboratório de projetos (FERREIRA, 1978; ANDRADE, 2010).

O laboratório de tradicional, segundo Ferreira, se oferece aos estudantes (possivelmente organizados em grupo) alguns objetivos como (a) o manuseio dos instrumentos de medidas, (b) a verificação de leis ou fenômenos físicos, com vistas a um suporte ao teórico e (c) a realização de um estudo metódico, eventualmente com a confecção de um relatório.

O laboratório de cátedra, segundo Ferreira (1978), é a abordagem tem o menor nível de envolvimento do aluno no manuseio dos materiais, apesar de ter uma participação do raciocínio lógico da análise do resultado do experimento, tendo um caráter mais demonstrativo, para uma possível ilustração de algum conteúdo.

Por sua vez o laboratório de projetos é o que mais se diferencia entre eles, trazendo uma autonomia maior ao estudante, dando uma maior liberdade para a

escolha da construção, dos objetivos e a busca pelo significado dos resultados, tudo isso sendo atingido de uma forma não diretiva e possivelmente resultando em um material que será demonstrado aos colegas.

Considerações Finais

Com o apoio da direção da escola, foi possível realizar uma pesquisa de materiais em um laboratório didático de Física atualmente desativado. O trabalho foi além da reorganização do espaço e dos materiais, permitindo estudar, a partir dos aparatos presentes no laboratório, evidências de mudanças curriculares, alteração de conteúdos e enfoques de usos didáticos do laboratório em fases anteriores.

Analisando a situação do laboratório didático de Física e de seus materiais, observamos que algumas das razões mencionadas por professores para a não utilização de laboratórios didáticos com atividades experimentais, como falta de espaço adequado e materiais, não foram observadas na escola estudada, pois embora desorganizado apresentava grande quantidade de materiais e espaço físico.

Embora não tenha sido propósito de nosso estudo precisar, uma vez que não tivemos acesso a professores que pudessem esclarecer quando e como exatamente o laboratório foi usado, pudemos considerar algumas evidências a partir do estado de conservação de materiais. Encontramos materiais intactos, possivelmente nunca utilizados por décadas. Mas também observamos materiais com sinais de uso, como pequenos arranhões ou até mesmo danos mais extensos.

Daqueles protótipos que apresentavam sinais de uso, focamos nosso estudo nas quantidades de exemplares de cada experimento, de forma que é possível desvelar que pelo menos três diferentes enfoques – laboratório tradicional, laboratório de cátedra e laboratório de projetos – existiram nas práticas pedagógicas na história do Ensino de Física desta escola.

Consideramos no acervo estudado potencial para novos estudos, como caracterizar experimentos que não são mais usuais nas aulas de Física.

A pesquisa realizada evidencia, também, que o estudo de locais e materiais em desuso podem oferecer contribuições para entender parte da história e da problemática da metodologia de Ensino de Física.

Agradecimentos e apoio

Ao apoio do LaPEMID CEAPLA IGCE – UNESP Campus de Rio Claro

Referências

FERREIRA, N. C. Proposta de laboratório para a escola brasileira – um ensaio sobre a instrumentação no ensino médio de física. Dissertação (Mestrado), USP: São Paulo. 1978.

FREITAS, A. Curso de física: 4ª série – mecânica, barologia, termologia. 3ª ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1953.

GASPAR, A. Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GONSALVES, E. P. Conversas sobre iniciação à pesquisa científica. Campinas,

SP: Alinea. 2007.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro, EPU, 2013.

RABONI, P. C. A. Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

A UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE HISTÓRIA, FILOSOFIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: O QUE DIZEM PROFESSORES?

USING HISTORY, PHILOSOPHY AND SOCIOLOGY OF SCIENCE IN PHYSICS TEACHING: WHAT DO TEACHERS SAY?

Sarah Orthmann¹, Eduardo Terrazzan²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina / Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, [sarah.orthmann@gmail.com]

² Universidade Federal de Santa Maria / Núcleo de Estudos em Educação, Ciência e Cultura, [terraedu@yahoo.com.br]

Resumo

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de mestrado que buscou caracterizar relações entre a formação e a prática docente de professores de Física atuantes na Educação Básica relativamente à utilização de elementos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC) no ensino. Essa pesquisa é justificada pela importância atribuída à mencionada utilização pelas pesquisas em ensino nas últimas décadas, assim como a permanência de uma não efetivação de práticas dessa natureza em salas de aula da Educação Básica. Um aspecto inicial para a análise foi buscar entender o que os professores pensam a respeito de tal utilização. Assim, a questão que o trabalho busca responder é a seguinte: *que ideias um grupo de professores de Física atuantes na Educação Básica costumam manifestar a respeito da utilização de elementos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino?* Para respondê-la, contou-se com a participação de seis professores de Física atuantes na rede pública da cidade de Jaraguá do Sul por meio de respostas a questionário e concessão de entrevistas. Os sujeitos apontaram que a utilização de HFSC no ensino: pode motivar/despertar o interesse dos alunos; pode mudar a visão que os alunos apresentam sobre a disciplina de Física; mostra o caráter dinâmico e “evolutivo” do conhecimento científico; dá/traz sentido à própria Física e às aulas de Física; depende da afinidade do professor com os referidos temas.

Palavras-chave: Formação docente; Prática docente; Ensino de Ciências.

Abstract

This work is a constituent cutting of a masters research that aimed to characterize relations between Physics teachers' education and practice related to using History, Philosophy and Sociology of Science in teaching. Said research is justified by the attributed importance to such utilization in teaching research publications, and also by the lack of such in Basic Education classrooms. One initial aspect to analyze those relations was to try and understand what teachers think about such utilization. Therefore, the question that this work aims to answer is this: *what ideas does a group of Physics teachers, active in Basic Education, express about the utilization of History, Philosophy and Sociology of Science elements in teaching?* To respond this, 6 Physics teachers active in public schools of the city of Jaraguá do Sul participated on the research, answering a questionnaire and

conceding interviews. The subjects pointed out that the utilization of HFSC in teaching: can motivate students; can change the view that students have about Physics; shows the dynamic and "evolutive" nature of scientific knowledge; brings meaning to Physics and Physics classes; depends on how the teacher relates to such areas of knowledge.

Keywords: Teacher education; Teacher practice; Science teaching.

Introdução

O presente trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla, constituinte de uma dissertação de mestrado. Essa pesquisa buscou caracterizar relações entre a formação e a prática docente de professores de Física, atuantes na Educação Básica, relativamente à utilização de elementos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino. Para compreender a formação e a prática docente desses professores, uma primeira etapa necessária foi identificar o que os professores pensam – ou, pelo menos, expressam – sobre tal utilização. Essa primeira etapa está apresentada neste trabalho, buscando responder à seguinte questão: *Que ideias um grupo de professores de Física atuantes na Educação Básica costumam manifestar a respeito da utilização de elementos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino?*

A justificativa para a pesquisa integrada por este trabalho é expressa na defesa feita, há pelo menos quatro décadas, por pesquisadores da área de ensino, favoráveis à aproximação entre História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC) e o ensino de Ciências. Os argumentos mobilizados nessa defesa são múltiplos e foram categorizados no estudo de Kapitango-A-Samba e Ricardo (2014), onde os autores agruparam argumentos presentes em trabalhos de diversos autores ao longo das décadas em 10 categorias: **autoaperfeiçoamento** (argumentos de que a HFSC é fonte de humanização e aprendizagem); **elucidação** (argumentos de que a HFSC é fonte de elucidação e "perspectiva"); **criticidade** (argumentos de que a HFSC é fonte de interpretação, hermenêutica, desmistificação, ressignificação e "eficiência"); **contextualização interna** (argumentos vinculados à evolução do contexto interno, metodológico e cognitivo); **contextualização externa** (argumentos vinculados à evolução do contexto externo histórico, das relações socioculturais, econômicas, políticas, etc.); **sistemicidade** (argumentos em que se expõe a HFSC como fonte de relações de Inter/Multi/Transdisciplinaridade e de relações de integração sistêmica); **falibilidade epistêmica** (argumentos em que se ressalta que a HFSC apresenta os limites do conhecimento científico-tecnológico); **motivacional** (argumentos em que se exprime a ideia de que a HFSC seria fonte de motivação e inspiração, "imaginação"); **socialização epistêmica** (argumentos voltados para a defesa da HFSC como fonte de divulgação, literacia científica, formação do cidadão - cidadania); **eticidade** (a HFSC seria um instrumento de conscientização acerca dos problemas éticos na produção científica e tecnológica).

Embora os argumentos sejam muitos e a comunidade de pesquisadores da área se mostre favorável à presença de HFSC no ensino, isso, no entanto, ainda

não é percebido em práticas de sala de aula (Silva, 2006)¹. Dessa forma, torna-se pertinente investigar o contexto escolar do ensino de Física em toda a sua complexidade, em uma aproximação com professores em atuação. Uma compreensão maior sobre o fenômeno social por meio de seus atores, assim, possibilita pensar em inovações efetivas, realistas e que façam sentido à realidade educacional brasileira.

Metodologia

Todo o desenho e execução da pesquisa foi pautado no aporte metodológico da *Grounded Theory* Construtivista, de Kathy Charmaz (2009). Essa perspectiva metodológica entende o processo de pesquisa como construtivo e interpretativo, buscando elucidar e explicitar procedimentos da pesquisa qualitativa. Nessa perspectiva, buscamos construir teorizações explicativas sobre o fenômeno estudado (neste caso, a utilização de elementos de HFSC no ensino de Física) a partir de dados coletados/construídos ao longo da pesquisa.

Os instrumentos de pesquisa utilizados foram questionário e entrevista. Delimitou-se o recorte da pesquisa para professores de Física atuantes na rede pública na cidade de Jaraguá do Sul. Das 15 escolas públicas que ofertam Ensino Médio, 6 professores responderam ao questionário e concederam entrevistas, que foram transcritas.

As respostas ao questionário e as transcrições de entrevistas foram, então, analisadas com a utilização do software de análise qualitativa Atlas.ti. Assim, os trechos foram sendo codificados conforme o referencial da *Grounded Theory* Construtivista, revelando aspectos centrais para responder à questão de pesquisa.

Análise e resultados

Um fator determinante para a utilização de HFSC é a relação pessoal que cada professor demonstra com esses temas. P1 afirma gostar bastante de História. Já P2 e P4, afirmam o contrário. P2 diz isso explicitamente em vários momentos da entrevista.

P2: Eu tenho uma certa dificuldade porque [História] é uma disciplina que eu nunca gostei no Ensino Fundamental e Médio, nunca gostei, nunca me aproximei dela, então eu tenho uma certa dificuldade em trabalhar com a parte histórica da coisa. [...]

E: Tu não gosta de História, então?

P2: Não gosto, nunca gostei... de História nunca gostei (P2, informação verbal).

P6, no questionário, afirma que a finalidade de utilização de HFSC no ensino é “Para causar maior interesse por parte dos alunos” (P6, resposta ao questionário).

¹ Embora o trabalho de Silva (2006) tenha sido publicado há mais de uma década, utilizamos o mesmo como justificativa aqui por perceber que trabalhos mais recentes não trazem novas informações empíricas sobre o “*status quo*” da aproximação entre HFSC e sala de aula. É comum que as novas publicações voltem a comentar sobre um (persistente) distanciamento, mas geralmente também remetendo a publicações de anos atrás. Vale ressaltar que, no âmbito de pesquisas da área, é perceptível um avanço de trabalhos que efetivem ou analisem práticas didáticas no Ensino Superior (e em alguns casos, na Educação Básica, a exemplo das contribuições do Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura – NIEHCC/CEFET-RJ), mas permanecemos sem novos dados sobre a presença de HFSC na realidade escolar da Educação Básica de forma mais ampla.

Nesse mesmo sentido, P2 também entende que a principal contribuição de utilizar uma contextualização com HFSC está relacionada a despertar esse interesse dos alunos.

Assim ó, a parte histórica, eu acho importante sim. Daí, talvez eu seja falho nessa parte, mas pela contextualização, pensa assim: como se você fosse um vendedor, é como se você pegasse um produto e tentasse convencer, ao invés de ir direto para a prática. Na prática ali, beleza, entende. Mas às vezes tem pessoas que gostam dessa parte de contextualização e eles podem sentir um pouco de falta disso (P2, informação verbal).

Em um momento mais final da entrevista, P2 volta a falar sobre essas contribuições, já indicando o papel mediador da afinidade do próprio professor com o tema:

essa parte de História é bom pra você contextualizar melhor, pra você ter mais poder de convencimento, pra fazer mais abordagens e relações. É realmente importante. Agora na nossa formação teve. Agora, como eu falei, depende de cada um. Se você não tem afinidade com aquilo ali dificilmente você vai utilizar, mas faz falta nesse sentido assim, você conseguir abordar e fazer relações (P2, informação verbal).

Fica evidente, na fala de P2, que uma das principais contribuições do trabalho com História da Ciência corresponde a uma contextualização com o objetivo de despertar o interesse dos alunos.

P6 comenta, ainda no sentido de HFSC poder despertar o interesse dos alunos, a mudança que a utilização desses elementos pode propiciar na própria visão que os alunos têm sobre Física: “tem muitos alunos que chegam no Ensino Médio com medo de Física, e eles têm essa coisa de pensar o ensino da Física de uma forma diferente. Acho que seria mais válido para tornar a Física mais atraente para esses alunos” (P6, informação verbal). Essa mudança na visão que os alunos têm sobre a Física é uma das contribuições efetivas que outra professora, P3, identifica em seus alunos por conta da utilização de HFSC. Além disso, P6 comenta sobre ser uma maneira de sair de uma prática tradicional, promovendo a autonomia: “Se tu trabalhar talvez a questão da Filosofia é um pensar diferente, é um fazer diferente, eles buscarem por eles mesmos. Essa questão da autonomia” (P6, informação verbal).

P1 afirma de forma contundente a importância da História no Ensino de Física, mas não explicita os motivos que o fazem pensar de tal forma. Repete várias vezes a ideia de que a História (quase sempre sem fazer referência à Filosofia ou à Sociologia) é necessária para que a Física “faça sentido”, “traga sentido”, “porque senão não faz sentido”.

Olha, dentro da Física, a história, eu vejo como parte... Tem que ser comentado, tem que ser colocado, porque senão não faz sentido você, né, identificar ou mostrar pro aluno da onde a coisa vem. Porque a Física, ela sempre mostra para, muitas vezes o aluno não enxerga isso, mas a Física é o que nos rodeia, é o nosso cotidiano. Senão, ela não estaria ali. Então eu vejo a história, como um todo, dentro da Física, bem importante (P1, informação verbal).

Ao responder sobre as finalidades do uso com HFSC em sala de aula, P1 afirma que “A história deve aparecer no estudo da Física, senão a física não tem sentido” (P1, resposta ao questionário). Ele não explica, no entanto, exatamente o que quer dizer com isso de forma mais esclarecida.

E: Que contribuições que isso pode trazer, tu utilizar a História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino da Física, pode trazer pra formação dos estudantes? O que tu pensa?

P1: É, eu diria que adquire um conhecimento maior, numa forma geral, né. Porque... E depois, também, se você trata um pouco da História, ela traz um sentido melhor para o estudante, né. Eu vejo nesse sentido.

E: Tu pensa, então, que torna mais significativa a aprendizagem em Física?

P1: Isso.

E: Quando tu fala “conhecimento maior”, tu quer dizer que ele vai entender mais coisas, ou mais interligado, assim?

P1: Seria mais interligado e também, talvez, dê o caminho pra ele pesquisar, ainda, também (P1, informação verbal).

P3 também remete ao sentido, significação que o ensino com HFSC traz para a aprendizagem dos alunos.

Então, é sempre bom estar trabalhando, eu gosto de estar trazendo toda essa dinâmica histórica sempre antes, e vai indo e vai fluindo... É meio que uma linha do tempo... a gente vai trabalhando e eu procuro sempre trabalhar nisso porque faz mais sentido. Não adianta chegar e falar que pessoa criou a lei e o conceito dela é aquele, e aquela fórmula serve pra calcular tal coisa. Isso não faz sentido e não agrega nada pra eles. (P3, informação verbal; grifo nosso)

P2 reconhece as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, porém ainda de forma unidirecional. Traz fortemente em sua prática a ideia de “aplicações” da Ciência e os impactos que a tecnologia tem na sociedade. Nesse sentido, P2 dá indícios de ter uma concepção utilitarista da Ciência, amalgamada com a ideia de uma Ciência pouco dinâmica e com resultados bem estabelecidos (praticamente imutáveis). Uma perspectiva segundo a qual, no passado, cientistas realizaram estudos que culminaram em determinados conhecimentos que tiveram determinados impactos em tecnologias e, conseqüentemente, na sociedade. Em resumo, trabalha essas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, porém a partir do momento em que já há conhecimento científico (em termos de resultados) – e não na própria construção do conhecimento.

P4 enfatiza que “teoricamente” essa utilização traz bons frutos, sinalizando que em sua formação ele concordava com isso (embora faça um contraponto com sua prática). Utilizar História da Ciência culmina(ria), em suas palavras: “[...] aluno sabe que as coisas já não nasceram prontas, as pessoas foram errando, e a gente pode não estar certo, daqui a pouco a gente descobre que pode ter algo a mais, não é bem assim, né, e beleza. É tudo muito bom” (P4, informação verbal). No questionário, aponta as seguintes finalidades para a prática com HFSC: “Para mostrar que a Ciência não é finita e nem nasceu do jeito que a conhecemos hoje” (P4, resposta ao questionário). Reitera isso durante a entrevista:

História da Ciência, pra mim, talvez o meu conceito seja muito pobre, mas o meu conceito de hoje é o de que me ajuda a mostrar para os alunos que a ciência não é finita, ela cresce e vai evoluindo. Acho que isso mostra pra eles isso. A criação e evolução de conceitos, a explicação do método científico. Você tem que fazer as perguntas, tentar de novo. Aí ver, anotar... toda essa parte de investigação (P4, informação verbal).

A fala de P4 deixa evidente que ele percebe a História da Ciência no currículo como algo dispensável, não-prioritário. Afirma que “o cálculo eu sei que efetivamente eu vou usar. E se eu utilizar a História da Ciência, eu preciso ainda assim fazer os cálculos, né” (P4, informação verbal). Em resumo, ao utilizar os

cálculos, tudo bem deixar HC de lado; ao utilizar HC, porém, ainda terá que contemplar os cálculos, pois são o essencial para sua prática.

Quando questionado sobre as contribuições que a utilização de elementos de HFSC pode ter para o ensino, P5 aponta o entendimento da historicidade e provisoriedade do conhecimento científico:

De um modo geral serve para os alunos compreender realmente que o conhecimento não vem do nada. Tem toda uma evolução. Cada época tínhamos interpretações diferentes sobre um mesmo fenômeno que se você consegue mostrar a evolução de como a ciência vai evoluindo, vai evoluindo e chega ao que nós conhecemos hoje. E o que nós sabemos hoje não está cem por cento garantido né, pode sofrer alterações, e aí é basicamente que a gente busca né, mostrar pros alunos (P5, informação verbal).

Considerações finais

As ideias apresentadas pelos professores participantes, de forma geral, podem ser resumidas nos seguintes tópicos:

- A utilização de HFSC no ensino pode despertar o interesse dos alunos;
- A utilização de HFSC no ensino pode alterar a visão que os alunos têm da disciplina de Física;
- A utilização de HFSC no ensino dá sentido à própria Física;
- A utilização de HFSC no ensino depende da afinidade do professor com esses temas/áreas;
- A utilização de HFSC no ensino mostra aos alunos que o conhecimento científico é dinâmico (altera-se com o tempo).

Enfatizamos que este trabalho é um recorte bastante limitado de uma pesquisa maior. Compreender os posicionamentos dos sujeitos envolvidos em relação à utilização de HFSC no ensino exige um maior aprofundamento em termos da formação de cada um e de como cada professor inclui ou não esses elementos em suas práticas. Essas informações estão contidas na dissertação de mestrado defendida e serão submetidas a outras publicações no futuro.

Referências

CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada**: guia prático para análise qualitativa. Porto Alegre: Artmed, 2009. Trad. Joice Elias Costa. 272p.

KAPITANGO-A-SAMBA, K. K.; RICARDO, E. C. Categorias da inserção da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências da natureza. **R. Educ. Públ.** v. 23, n. 54. Cuiabá, set./dez. 2014. p. 943-970.

SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para a aplicação no Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

Linha 3

Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o ensino de Física

Apresentações Orais

Pesquisa sobre o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino e aprendizagem de conceitos de Física; epistemologia e ensino de Física; estudos historiográficos e ensino de Física; natureza da Ciência e o ensino e aprendizagem de Física; Sociologia do conhecimento científico no ensino de Física.

ESTADO DO CONHECIMENTO: O USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

STATE OF KNOWLEDGE: THE USE OF HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PHYSICS TEACHING

Raul Isaias Campos¹, Agustina R. Echeverría²

¹Universidade Federal de Goiás/LEdoC, icraul@hotmail.com

²Universidade Federal de Goiás/NUPEC, echeverria.ufg@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem como objetivo realizar o estado do conhecimento sobre a utilização didática da história e filosofia da ciência no ensino de física do Brasil, mais especificamente, com o foco no mapeamento das pesquisas que contemplam o debate sobre a natureza da ciência em sala de aula. Para isso, foram analisados os trabalhos contidos nas atas dos Simpósios Nacional de Ensino de Física (SNEF) e Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) ocorridos na última década. Os resultados deste trabalho mostram um aumento significativo no número de pesquisas concentradas no campo temático *Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física* do SNEF e do EPEF, bem como um aumento expressivo na quantidade de trabalhos que abarcam a discussão da natureza da ciência a partir de intervenções didáticas. Por fim, ressalta-se a necessidade de se realizar investigações que tenham como público alvo professores em atividade e de pesquisas empíricas que tenham como foco a utilização da história e filosofia da ciência em sala de aula

Palavras-chave: Estado do Conhecimento; História e Filosofia da Ciência; Natureza da Ciência.

Abstract

This work aims to realize the state of knowledge about the didactic use of the history and philosophy of science in the physics teaching in Brazil, more specifically, with a focus on mapping research that contemplates the debate about the nature of science in the classroom. For this, the works contained in the minutes of the National Symposiums on Physics Teaching (SNEF) and Research Meetings on Physics Teaching (EPEF) that occurred in the last decade were analyzed. The results of this work show a significant increase in the number of researches concentrated in the thematic field *Philosophy, History and Sociology of Science and the Physics Teaching* of SNEF and EPEF, as well as an expressive increase in the number of works that include the discussion about the nature of science from didactic interventions. Finally, it is emphasized the need to carry out investigations that target active professors and empirical research that focuses on the use of the history and philosophy of science in the classroom.

Keywords: State of Knowledge; History and Philosophy of Science; Nature of Science.

Introdução

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar o estado do conhecimento sobre a utilização didática da história e filosofia da ciência no ensino de física no Brasil, em busca de mapear as pesquisas realizadas na área que possuem como foco a discussão sobre a natureza da ciência em sala de aula. Esse panorama poderá auxiliar na identificação das principais tendências que têm sido contempladas na área, possibilitando uma reflexão sobre as pesquisas que visam à inserção do tema no ensino.

Apesar de que o uso didático da história e filosofia da ciência é praticamente um consenso entre professores das ciências da natureza, pesquisas mostram um reduzido número de trabalhos que realizaram essa inserção no ensino de física (SCHIRMER; SAUWEVEIN, 2011; SILVA, 2011; TEIXEIRA, et al., 2012; OLIVEIRA; SILVA, 2013; SCHIRMER; SAUWEVEIN, 2014; SILVA; GATTI, 2015; SILVA et al., 2015).

Dos 194 trabalhos publicados acerca da história e filosofia da ciência no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), entre os anos 2000 e 2010, Schirmer e Sauwein (2011) identificaram apenas 29 trabalhos que realizaram a implementação de uma proposta didática (14%). Com o mesmo critério de busca, mas contemplando apenas os principais periódicos da área (Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Revista Brasileira de Ensino de Física, Ciência e Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Enseñanza de las Ciencias), Teixeira et al. (2012) encontraram, desde 1980 até meados de 2011, 14 artigos de 160 trabalhos que envolviam a história e filosofia da ciência como temática principal (8%).

No que tange às intervenções didáticas em sala de aula, tendo como eixo condutor a natureza da ciência, Silva et al. (2015) desenvolveram uma pesquisa no período compreendido entre 2004 e 2013, em três periódicos nacionais (Experiências em Ensino de Ciência, Química Nova e Investigações em Ensino de Ciências) e um internacional (Enseñanza de las Ciencias). Dos 719 trabalhos encontrados que apresentavam o termo “natureza da ciência” em seus resumos, somente 15 se adequavam aos critérios estabelecidos pelas autoras, ou seja, publicações que tinham feito algum tipo de aplicação em sala de aula (2%). Destes trabalhos, seis são da área de Ensino de Biologia, quatro do Ensino de Física e o restante sobre outros temas, como educação não-formal, currículo, CTS, etc.

Com este mesmo foco de investigação, Oliveira e Silva (2013) buscaram nos SNEFs e EPEFs, ocorridos entre 2000 e 2009, trabalhos que contemplassem o uso didático da história e filosofia da ciência no ensino de física e que possuíssem o objetivo de proporcionar uma compreensão da natureza da ciência. A partir da leitura dos títulos e resumos, as autoras selecionaram 125 trabalhos¹ sobre a temática história e filosofia da ciência, sendo encontrados 26 que realizaram aplicações didáticas (20%).

¹ Os números diferem de Schirmer e Sauwein (2011), pois estes últimos buscaram e selecionaram trabalhos para além do campo temático *Filosofia, História e Sociologia da Ciência e Ensino de Física*, tais como os campos destinados à interdisciplinaridade e as artes.

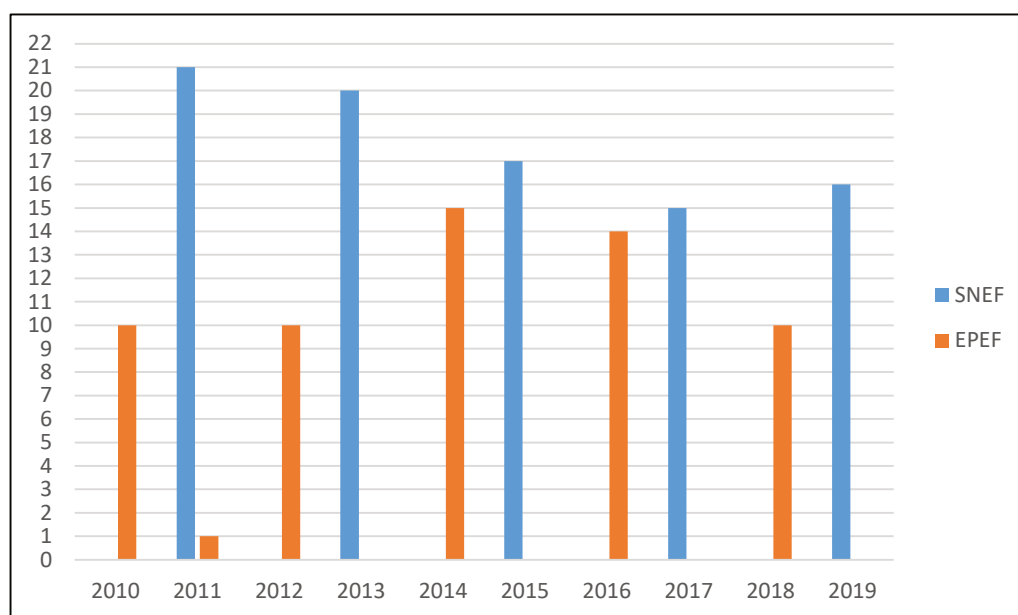
Após leitura integral dos textos de 18 trabalhos do SNEF e 8 do EPEF, Oliveira e Silva (2013) descartaram 3 trabalhos do SNEF por entenderem que os mesmos não tinham realizado uma intervenção em sala de aula. Desses 23 artigos restantes, 10 buscavam discutir a natureza da ciência (8% de 125 trabalhos). Dos 15 trabalhos do SNEF que promoveram aplicações didáticas embasadas na história e filosofia da ciência, 8 se enquadraram neste último recorte, enquanto no EPEF, dos três trabalhos que apresentaram ações didáticas, dois tinham como objetivo debater a natureza da ciência.

E é com intuito de dar continuidade a esta última pesquisa, de estado do conhecimento, que a próxima seção irá se desenvolver. A busca se dará nas atas destes que são os principais eventos da área de Ensino de Física, desde o ano de 2010 até o ano de 2019.

Desenvolvimento da Pesquisa

Entre os anos de 2010 e 2019 foram realizados onze eventos, sendo cinco SNEFs e seis EPEFs. A partir das atas desses eventos, selecionou-se o campo Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física para a busca dos trabalhos. A quantidade de artigos é apresentada no gráfico abaixo de acordo com o ano e o respectivo evento.

Tabela 1 – Trabalhos sobre história e filosofia da ciência nos eventos



Fonte: elaborada pelos autores

Após este primeiro levantamento, os 149 trabalhos foram examinados a partir dos seus títulos, palavras-chaves e resumos. A atenção dirigiu-se às produções que possuíam elementos correlativos ao objeto desta investigação, ou seja, a utilização em sala de aula da história e filosofia da ciência no ensino de física.

Nesta segunda etapa, com base em Schirmer e Sauwein (2011), os trabalhos foram separados de acordo com as seguintes categorias: Proposta didática implementada: trabalhos com propostas implementadas em sala de aula; Proposta não implementada: propostas didáticas para a sala de aula não

implementadas no ensino; Subsídios: contribuições ou narrações históricas, subsídios metodológicos ou epistemológicos, traduções de artigos, etc; Pesquisas em periódicos e eventos: levantamentos sobre trabalhos em periódicos, catálogos, eventos etc; Pesquisas em Livros Didáticos: trabalhos que apresentam pesquisas sobre livros didáticos; Pesquisa sobre concepções: trabalhos sobre pesquisas de concepções, opiniões ou práticas de estudantes, professores, etc.

A quantidade de trabalhos por categoria, bem como o evento correspondente podem ser vistos na tabela abaixo:

Tabela 2 – Distribuição de trabalhos por categoria

Natureza da proposta	Categorias	SNEF	EPEF	Total	Total por Natureza
Proposta para sala de aula	Proposta didática implementada	27	14	41	49
	Proposta não implementada	07	01	08	
Contribuições para o uso de história e filosofia da ciência no ensino	Subsídios	31	24	55	100
	Pesquisas em periódicos e eventos	05	03	08	
	Pesquisas em Livros Didáticos	08	06	14	
	Pesquisa sobre concepções	11	12	23	

Fonte: adaptado de Schirmer e Sauwein (2011)

Em seguida, os 41 trabalhos da categoria Proposta didática implementada foram novamente analisados a partir da releitura dos títulos, resumos e palavras – chaves. O intuito foi buscar artigos que tinham como objetivo discutir a natureza da ciência em sala de aula.

Neste recorte, 23 trabalhos foram selecionados, sendo 14 do SNEF e 9 do EPEF. Foi feita a leitura integral dos textos e nova classificação, fundamentada em Lederman (1992), que divide as pesquisas relacionadas à natureza da ciência na área de Ensino de Ciências em quatro linhas. Segundo o autor, é possível dividir a pesquisa sobre a natureza da ciência em quatro vertentes: *avaliação das concepções de natureza da ciência dos estudantes; desenvolvimento, uso e avaliação de propostas curriculares com o objetivo de aprimorar as concepções dos estudantes a respeito da natureza da ciência; avaliação e tentativa de melhorar as visões de professores sobre a natureza da ciência; identificação da relação entre as concepções dos professores, suas práticas docentes e as concepções dos alunos.* A partir dessas categorias, os trabalhos foram categorizados abaixo:

- *avaliação das concepções de natureza da Ciência dos estudantes:* os trabalhos encontrados nesta categoria apresentam como foco o diagnóstico de concepções de alunos do ensino médio e superior. O primeiro ponto a se ressaltar é que todos os trabalhos alocados nesta categoria foram apresentados no SNEF. São

eles: Loures (2011); Costa e Batista (2017) e Vicente e Schmiedecke (2015). Todos os trabalhos desta categoria foram realizados a partir de uma intervenção didática, mas sem debater a fundo como essa intervenção se desenvolveu e como a mesma modificou as concepções dos estudantes. Os trabalhos que se preocuparam em descrever isso foram alocados na próxima categoria.

• *desenvolvimento, uso e avaliação de propostas curriculares com o objetivo de aprimorar as concepções dos estudantes a respeito da natureza da Ciência.* Esta categoria contém a maior parte dos trabalhos. São 10 advindos do SNEF e 8 do EPEF. Pode-se separar a categoria em dois grupos, um em que se evidenciam episódios históricos a fim de discutir a natureza da ciência e outro em que a mesma é debatida mais diretamente através do desenvolvimento em sala de aula de conceitos epistemológicos. Inseridos no primeiro grupo, tem-se: Forato et al (2010); Pereira et al (2010); Alcantâra e Braga (2011); Henrique e Silva (2011); Peron et al. (2012); Loures (2013); Raicik e Peduzzi (2013); Milnitsky et al. (2015); Pinto e Raposo (2015); Fonseca et al. (2016); Saito e Gurgel (2016); Lima e Martins (2017); Monteiro e Martins (2017); Haygert e Denardim (2019). Já do segundo grupo, os trabalhos são: Reis et al. (2010); Braga e Filho (2011); Bomfim et al. (2016) e Massoni et al. (2016).

• *avaliação e tentativa de melhorar as visões de professores sobre a natureza da ciência:* esta categoria diz respeito a reflexões e práticas que busquem contribuir para um avanço na concepção de professores a partir da discussão sobre a natureza da ciência. Apenas um trabalho com essa característica foi encontrado o de Nicácio et al. (2015).

• *identificação da relação entre as concepções dos professores, suas práticas docentes e as concepções dos alunos:* nesta categoria tem-se a investigação sobre a práxis docente. Assim como na anterior, apenas um trabalho foi encontrado com essa característica, o de Pena e Teixeira (2014).

Considerações Finais

Os números apresentados neste trabalho mostram um notório aumento, comparado à Oliveira e Silva (2013), de pesquisas centradas no campo temático *Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física* do SNEF e do EPEF que tiveram propostas para sala de aula. De 20% antes constatado, tem-se agora 32% de trabalhos, sendo 27% com intervenções didáticas.

No que tange à discussão da natureza da ciência a partir dessas intervenções, nota-se outro aumento expressivo. Se antes as autoras encontram um quantitativo de 8% com essa especificidade (10 trabalhos de 125), nesta nova pesquisa esta porcentagem dobrou (24 trabalhos de 149). Pode-se conjecturar que tais aumentos se devam à insistente preocupação de pesquisadores e professores em décadas anteriores com a utilização da história e filosofia da ciência em sala de aula.

Outro ponto que merece destaque é o número pequeno de pesquisas que têm como foco professores em atividade. Foram encontrados nesta investigação apenas duas intervenções que abordavam este público diretamente. Apesar de muitos trabalhos contemplarem a formação de professores, que indiscutivelmente é de extrema relevância, pode-se dizer que é necessário também uma preocupação em entender as concepções, bem como avaliar as práticas de docentes em atuação.

Por fim, o levantamento feito neste trabalho evidencia a necessidade de se fazer pesquisas empíricas que tenham como foco a utilização da história e filosofia da ciência em sala de aula. Sem esquecer a discussão acerca das bases teóricas que fundamentam a inserção da história e filosofia da ciência, o estado do conhecimento aqui apresentado mostrou que ainda é preciso alavancar o número de investigações que contemplem intervenções didáticas.

Referências

- ALCÂNTARA, M.; BRAGA, M. Um novo mundo visto através das lentes: a construção do conhecimento na Holanda do século XVII e o ensino dos instrumentos óticos. *In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)*, Manaus - AM, 2011.
- BRAGA, M.; FILHO, M. A. Criando uma demanda epistemológica para o ensino de física. *In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)*, Manaus - AM, 2011.
- BOMFIM, J.; REIS, J. C.; GUERRA, A. A ciência é neutra? Discussão em sala de aula a partir do filme steamboy. *In: XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)*, Natal – RN, 2016.
- COSTA, M.; BATISTA, I. L. Noções empírico-indutivistas de alunos do ensino médio a respeito da natureza do conhecimento científico. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)*, São Carlos – SP, 2017.
- FONSECA, D. S.; DRUMMOND, J. M. H. F.; OLIVEIRA, W. C. Investigando o uso didático de fontes primárias da história do vácuo e da pressão atmosférica. *In: XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)*, Natal – RN, 2016.
- FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. A história e a natureza da ciência no ensino de ciências: obstáculos a superar ou contornar. *In: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XII EPEF)*, Águas de Lindóia – SP, 2010.
- HAYGERT, E. S.; DENARDIN, L. As mudanças nas visões de ciência dos alunos a partir de uma abordagem histórica no ensino de física. *In: XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXIII SNEF)*, Salvador – BA, 2017.
- HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C. Um curso sobre história da cosmologia na formação inicial de professores. *In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)*, Manaus - AM, 2011.
- LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of Science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 4, 1992.
- LIMA, I. P. C.; MARTINS, M. C. P. Lise Meitner e a Fissão Nuclear: gênero, Nobel e História da Ciência para as aulas de Física. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)*, São Carlos – SP, 2017.
- LOURES, M. V. R. A demarcação ciência e não ciência e a contribuição do ensino de física. *In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)*, Manaus – AM, 2011.

_____. Estudo do eletromagnetismo clássico: as linhas de Faraday e alguns conceitos de filosofia da ciência no ensino médio. *In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XX SNEF)*, São Paulo - SP, 2013.

MASSONI, N. T.; CARVALHO, F. A.; BOARO, D. A. Refletindo relações entre concepções da natureza da ciência e práticas didáticas no ensino de física: investigações que buscam instrumentalizar futuros professores. *In: XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)*, Natal – RN, 2016.

MILNITSKY, R.; MACHADO, Y.; GURGEL, I. Quem está no Centro? Um confronto epistemológico entre as visões de mundo geocêntrica e heliocêntrica. *In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)*, Uberlândia – MG, 2015.

MONTEIRO, M. M.; MARTINS, A. F. Um texto sobre a história da inércia: limites e possibilidades no ensino de conteúdos de natureza da ciência. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)*, São Carlos – SP, 2017.

NICÁCIO, J. D. S.; FERREIRA, J. M. H.; JÚNIOR, A. W. S.; SILVA, M. M. Atuando na formação docente: narrativas históricas em perspectiva reflexiva. *In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)*, Uberlândia – MG, 2015.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. Entre o discurso e a prática sobre história, filosofia e natureza da ciência e a sala de aula de física: um panorama a partir dos eventos de ensino de física. *In: SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. (orgs.) Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. São Carlos – SP: Tipographia Editora Expressa, 2013.

PENA, F. L. A. TEIXEIRA, E. S. Sobre a influência do professor de um curso de evolução dos conceitos da física nas concepções dos estudantes acerca da metodologia científica. *In: XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XV EPEF)*, Maresias – SP, 2014.

PEREIRA, J. G.; FORATO, T. C. M.; SILVA, A. P. B. A natureza da ciência através de um episódio histórico sobre a luz: adaptações metodológicas. *In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XI EPEF)*, Águas de Lindóia – SP, 2010.

PERON, T. S.; GUERRA, A.; FORATO, T. C. M. Linha do tempo: controvérsia entre a contextualização de episódios históricos e a imagem da construção linear da ciência. *In: XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XIV EPEF)*, Maresias – SP, 2012.

PINTO, T.; RAPOSO, W. Discutindo história e filosofia da ciência e a natureza da ciência no laboratório didático de física: o caso Galileu e a queda dos corpos. *In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)*, Uberlândia – MG, 2015.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física. *In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XX SNEF)*, São Paulo - SP, 2013.

REIS, J. C.; GUERRA, M. B. Da necessidade de valorizar a história e a filosofia da ciência na formação de professores. *In: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XII EPEF)*, Águas de Lindóia – SP, 2010.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. *In: Diálogo Educacional*, v. 6, n.19, Curitiba – PR, 2006.

SAITO, M. T. GURGEL, I. Misticismo quântico: resistência de professores em formação inicial em trabalhar as relações entre ciência e cultura em sala de aula. *In: XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)*, Natal – RN, 2016.

SCHIRMER, S. B.; SAUWEVEIN, I. P. S. História e filosofia da ciência: um panorama em eventos e periódicos de ensino de física. *In: Momento: diálogos em educação*, Rio Grande - RS, 2011.

_____. Recursos Didáticos e História e Filosofia da Ciência em sala de aula: uma análise em periódicos de ensino nacionais. *In: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 3, 2014.

SILVA, F. T. O.; GATTI, S. P. T. A pesquisa acadêmica sobre a História e Filosofia da Ciência e a sala de aula: reflexões a partir dos trabalhos apresentados no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) entre os anos de 2004 e 2014. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)*, Águas de Lindóia – SP, 2015.

SILVA, B. V. C.; SOUSA, E. C.; NASCIMENTO, L. A.; CARVALHO, H. R. Um estudo exploratório sobre a inserção da natureza da ciência na sala de aula em revistas da área de Ensino de Ciências. *In: HOLOS*, ano 32, v. 7, Natal – RN, 2015.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JR., O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física. *In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal - RN: EDUFRN, 2012.

VICENTE, V. C.; SCHMIEDECKE, W.G. Licenciandos em física e algumas relações entre gênero e ciência intermediadas pela história da ciência. *In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)*, Uberlândia – MG, 2015.

MODELO NUCLEAR EM CAMADAS: AS CONTRIBUIÇÕES DE MARIA GOEPPERT-MAYER (1906-1972) NO CAMPO DA FÍSICA NUCLEAR

NUCLEAR SHELL MODEL: THE CONTRIBUTIONS OF MARIA GOEPPERT-MAYER (1906-1972) IN THE FIELD OF NUCLEAR PHYSICS

Larissa do Nascimento Pires¹, Israel Müller dos Santos², Felipe Damasio³

¹Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá, larissa.n.pires@hotmail.com

²Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá, israel.santos@ifsc.edu.br

³Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá, felipedamasio@ifsc.edu.br

Resumo

A disseminação de uma narrativa científica baseada na linearização dos feitos científicos, em um contexto de ensino que apresenta os conhecimentos sem considerar seu processo histórico de construção, pode estar relacionada com um processo de ocultação histórica de determinados grupos na construção científica, como as mulheres. De maneira a contrapor essa conjuntura, percebe-se a importância de que os professores construam concepções críticas e articuladas sobre a ciência com seus alunos, de maneira que estes considerem a produção científica como construída mediante a participação de homens e de mulheres. Sendo assim, este trabalho objetiva contribuir com a divulgação sobre exemplos de mulheres cientistas nas pesquisas em educação em ciências, por meio do exemplo da cientista Maria Goeppert-Mayer (1906-1972), a segunda mulher a ser laureada com o Prêmio Nobel de Física. Por meio do estudo bibliográfico de trabalhos científicos que discorram e que tenham relação com a produção científica da cientista, este artigo descreverá alguns aspectos do modelo nuclear em camadas e sua relação com os números mágicos, pesquisa que levou Maria Goeppert-Mayer a receber a láurea no ano de 1963. De fato, estando ao lado das cientistas Marie Curie (1867-1934) e Lise Mietner (1878-1968), Maria Goeppert-Mayer fora responsável por contribuições extremamente significativas para a história da física nuclear.

Palavras-chave: Maria Goeppert-Mayer. Ensino de Física. Física Nuclear.

Abstract

The propagation of a scientific narrative based on the linearization of scientific achievements, in a teaching context that presents knowledge without considering its historical construction process, may be related to a process of historical concealment of certain groups in scientific construction, such as women. In order to counteract this fortuity, it is perceived the importance that teachers build critical and articulated conceptions about science with their students, so that they consider scientific production as constructed through the participation of men and women. Thus, this work aims to contribute to the dissemination of the examples of women scientists in the research in science education, through the example of the scientist Maria Goeppert-Mayer (1906-1972), the second woman to be awarded the

Nobel Prize in Physics. Through the bibliographic study of scientific works that discuss and are related to the scientist's scientific production, this article will describe some aspects of the nuclear shell model and its relationship with magic numbers, the research that led Maria Goeppert-Mayer to receive the prize in 1963. In fact, being with scientists Marie Curie (1867-1934) and Lise Mietner (1878-1968), Maria Goeppert-Mayer was responsible for extremely significant contributions to the history of nuclear physics.

Keywords: Maria Goeppert-Mayer. Physics Teaching. Nuclear Physics.

Introdução

Embora as pesquisas em educação científica descrevam a necessidade de se reconhecer a ciência como uma atividade coletiva e cooperativa (MOREIRA, MASSONI; OSTERMANN, 2007), a disseminação de uma narrativa científica baseada na linearização e elitização dos feitos científicos (LUCENA, 2019), ou mesmo de um ensino de ciências que apresenta os conhecimentos sem considerar seu processo de construção, pode ser o responsável por provocar, por exemplo, um processo de ocultação histórica das mulheres na construção da ciência. Como consequência, ao se analisar o contexto da educação básica, o panorama que se apresenta é um desconhecimento, por parte dos alunos e alunas, sobre figuras femininas que representem cientistas (CARVALHO; CASAGRANDE, 2011).

De maneira a contrapor uma alfabetização científica baseada na transmissão desarticulada de conhecimentos, percebe-se como imprescindível que os discentes, por meio da orientação dos docentes, construam concepções críticas e sobre a ciência, como uma atividade indissociável dos contextos sociais, culturais e históricos de cada época, além de ser construída a partir da contribuição de diferentes pessoas (SILVA; RIBEIRO, 2014). Apesar desse evidente aspecto, as pesquisas em educação em ciências evidenciam que além de uma possível omissão de exemplos de mulheres cientistas em livros didáticos (CORDEIRO; PEDUZZI, 2014), se apresenta uma possível escassez de estudos que abordem, de maneira específica, exemplos de mulheres cientistas no contexto da educação científica.

Sob esse contexto, este trabalho, resultado de uma monografia de conclusão de curso sobre as mulheres laureadas no Nobel de Física, objetiva contribuir com a divulgação das contribuições de mulheres cientistas, a partir do exemplo da cientista Maria Goeppert-Mayer, que ao lado de Marie Curie (1867-1934) e Lise Mietner (1878-1968), fora responsável por contribuições significativas para a história da física (CHASSOT, 1997); de fato, o desenvolvimento desse campo da física só fora possível mediante os esforços de inúmeras cientistas mulheres. A descrição do modelo nuclear em camadas, considerado possivelmente como a primeira estrutura nuclear descrita por meio de conceitos sobre Mecânica Quântica, possibilitou a Maria Goeppert-Mayer ser a segunda mulher a ser laureada no Prêmio Nobel de Física, no ano de 1963.

A escolha da figura de Maria Goeppert-Mayer se fundamenta por ser uma célebre cientista do século XX cujas contribuições são pouco mencionadas no contexto acadêmico do ensino de Física (CORTES, 2018). Quando são, suas citações se apresentam de maneira pontual na literatura brasileira, como em

publicações acadêmicas relativas à história da Física Nuclear (LEPINE-SZILY, 2005; TAVARES, 2019). A partir disso, objetiva-se responder os seguintes questionamentos neste trabalho: Quem é Maria Goeppert-Mayer? Quais as contribuições dessa cientista para a Física Nuclear que a levaram a ser laureada no Nobel de Física? Nesse sentido, este trabalho se propõe a apresentar alguns aspectos dos conhecimentos desenvolvidos por cientistas como Maria Goeppert-Mayer, de maneira a contribuir com o processo de educação e divulgação científica no ensino de Física.

Metodologia

A construção deste trabalho, utilizando o exemplo da cientista Maria Goeppert-Mayer, ocorreu mediante as seguintes etapas: (a) revisão e estudo bibliográfico de trabalhos relativos às pesquisas de Maria Goeppert-Mayer; (b) apropriação dos conceitos de Física Nuclear para compreensão dos conhecimentos desenvolvidos pela cientista; (c) redação de texto paradidático sobre os conhecimentos desenvolvidos por Maria Goeppert-Mayer. Neste trabalho, intenciona-se apresentar parte dos resultados desta última etapa.

Quem foi Maria Goeppert-Mayer?

Maria Gertrud Kate Goeppert (Figura 1) nasceu no dia 28 de junho de 1906, na cidade de Katowice, localizada na região da Alta Silesia, pertencente então à Alemanha; hoje, a região integra a Polônia. Ela cresceu em um ambiente de interesse com a ciência, além de possuir o suporte de sua família para seguir na carreira científica. Seu pai fora professor de pediatria na Universidade de Göttingen: esta seria a instituição na qual futuramente Maria desenvolveria sua carreira universitária. Durante sua trajetória acadêmica, a cientista conheceu inúmeros nomes da Matemática e da Física, como Arthur Compton, Paul Dirac, Enrico Fermi, Werner Heisenberg, Linus Pauling e Wolfgang Pauli. Os seminários sobre Mecânica Quântica do físico Max Born foram uma das suas influências em desenvolver seus estudos na Física (BANERJEE, 2007), além de tê-la orientado em seus primeiros trabalhos acadêmicos.

Figura 1 - Maria Goeppert-Mayer



Fonte: Nobel Prize, 2019.

Durante a década de 30, Maria Goeppert se casou com o químico Joseph Mayer. Juntos, trabalharam em algumas universidades nos Estados Unidos, como

na Universidade Johns Hopkins e na Universidade de Columbia (SACHS, 1982). Além disso, semelhante ao ocorrido com outros cientistas, a carreira de Maria Goeppert-Mayer sofre uma considerável mudança a partir da entrada dos Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial. Em 1942, Maria Goeppert-Mayer é convidada, pelo físico Harold Urey (1893-1981), laureado no Prêmio Nobel de Química em 1934, para cooperar em um grupo secreto no Projeto Manhattan para separação do Urânio-235 a partir do urânio natural; ainda que fosse alemã, a cientista não simpatizava com os sentimentos fascistas da Guerra. Posteriormente à Segunda Guerra, a cientista mudou-se com seu marido para a cidade de Chicago, colaborando em pesquisas sobre Física Nuclear no recém-formado Laboratório Nacional de Argonne (JOHNSON, 1986).

Nesse contexto, a cientista desenvolveu sua pesquisa que lhe renderia futuramente o Nobel de Física: o desenvolvimento do modelo nuclear em camadas possibilitou entender que os núcleos atômicos poderiam ser categorizados conforme os chamados números mágicos (LEPINE-SZILY, 2005); uma explicação semelhante também fora escrita de maneira independente pelo físico alemão Johannes Hans Daniel Jensen (1907-1973). Em um encontro na Alemanha, durante a década de 1950, Mayer e Jensen realizaram uma cooperação científica, culminando na publicação de uma obra acerca do modelo nuclear em camadas. Dessa maneira, Maria Goeppert-Mayer e Hans Jensen receberam a premiação do Nobel de Física em 1963 por suas descobertas relativas à estrutura nuclear. Durante a láurea, a cientista proferiu a seguinte frase: “Ganhar o prêmio não foi tão emocionante quanto fazer o trabalho em si”.

Contexto Histórico

Em meio ao contexto do final do século XIX se construiu o cenário para desenvolvimento dos conhecimentos da Física Nuclear, a partir das influências de diferentes campos da Física, como o desenvolvimento da Radioatividade e o estabelecimento da Mecânica Quântica. De maneira mais geral, nesse cenário se desenvolveram incontáveis estudos para se compreender a constituição da matéria (MELZER; AIRES, 2015). Desses estudos, se destacam as observações sobre a radiação emitida por determinados átomos, desenvolvidas por Antoine Henri Becquerel e pelo casal Curie (SOUZA; DANTAS, 2010). A partir destes e de outros estudos, as pesquisas vieram indicar a existência da emissão de diferentes formas de radiação dos átomos que viriam a ser chamadas de alfa, beta e gama. De outra forma, a liberação desses elementos permite aos núcleos dos átomos atingirem a estabilidade nuclear: esse processo fora chamado de decaimento radioativo; esta é uma relevante evidência que pôde corroborar a pesquisa desenvolvida por Maria Goeppert-Mayer.

Em meio a um extenso contexto de compreensão da estrutura atômica, muitos esforços também foram direcionados para o entendimento do núcleo dos átomos, por meio de elaborações tanto teóricas quanto experimentais. Um dos modelos nucleares propostos consistiu no modelo de gota líquida, idealizado por Niels Bohr em 1935, o qual descreve a estabilidade dos prótons e nêutrons por meio da existência da força nuclear forte (ACEVEDO-DIAZ *et al.*, 2017). Esse modelo possibilitou a interpretação do processo de fissão nuclear, observado em 1939 por Lise Mietner, Otto Hahn e Fritz Strassmann (CORDEIRO; PEDUZZI, 2014).

Entretanto, percebeu-se a ausência de uma construção teórica que conseguisse conciliar todos os dados experimentais já obtidos sobre os núcleos atômicos. Nesse sentido, “vários modelos foram desenvolvidos, cada qual correlacionando os dados experimentais de um conjunto mais ou menos limitado de fenômenos nucleares” (PALANDI *et al.*, 2010, p. 15). Entre os modelos propostos se apresentava o modelo nuclear de camadas, que apontava argumentos que demonstravam a estabilidade de alguns núcleos com determinados números de prótons e nêutrons. Estudando uma listagem sobre a abundância dos elementos químicos disponíveis na época (JOHNSON, 1986), Maria Goeppert-Mayer argumentou que a abundância de elementos poderia estar vinculada a estabilidade nuclear (PACHECO, 2019). Nesse contexto, se inserem as contribuições da cientista, desenvolvidas em meados da década de 1940.

Maria Goeppert-Mayer e o Modelo Nuclear em Camadas

Maria Goeppert-Mayer desenvolveu seu modelo nuclear considerando que prótons e nêutrons (ou núcleons) se movimentam no núcleo em um potencial produzido pela ação dos demais núcleons (FIOLHAIS, 1991; LEPINE-SZILY, 2005) de maneira independente. Essencialmente, de maneira análoga às camadas eletrônicas para os elétrons descritas pelo modelo atômico de Bohr, os prótons e nêutrons ocupariam “invólucros” nucleares que, quando preenchidos completamente em um determinado número resultariam em um átomo estável (GOEPPERT-MAYER, 1948; GOEPPERT-MAYER, 1963).

Durante sua estadia na Universidade de Chicago como professora voluntária, a cientista se debruçou sobre estudos sobre a origem dos elementos químicos existentes devido aos dados experimentais obtidos no contexto da Segunda Guerra Mundial por meio das cartas de nuclídeos. A partir da análise desses dados, alguns padrões surgiram: a cientista percebeu a existência de certa regularidade associada a determinados elementos químicos com maior estabilidade e abundância (WIECKOWSKI, 2019).

Maria Goeppert-Mayer reconheceu a relevância das sugestões elaboradas por Walter Elsasser, no ano de 1933, quanto à existência dos chamados números mágicos (GOEPPERT-MAYER, 1963). Realizando um estudo sistemático em termos das características dos elementos químicos, como energias de ligação e momentos magnéticos, a cientista encontrou evidências que apontavam que os números mágicos poderiam ser cruciais para se compreender a estrutura dos núcleos atômicos. Suas primeiras conclusões foram publicadas no ano de 1948 (Figura 2) pela cientista na revista *Physical Review*. Na época, os cientistas assumiam o conceito de números mágicos de maneira depreciativa, como se a estrutura proposta por Maria Goeppert-Mayer fosse um tanto improvável (SACHS, 1982):

essa característica, de maneira análoga com o que ocorre com os gases nobres (FREITAS; BONAGAMBA, 1999).

Entretanto, Maria Goeppert-Mayer não conseguiu explicar, a princípio, a existência dos números mágicos maiores, como 50, 82, e 126. A solução para essa problemática surgiu em meados de 1949, quando a cientista estava discutindo essa questão com o físico italiano Enrico Fermi. Ele sugeriu a Goeppert-Mayer que o *spin* dos prótons e nêutrons poderia interferir de alguma maneira com as órbitas dos núcleons. Assim, Maria Goeppert-Mayer mobilizou conceitos de Mecânica Quântica para procurar explicar essa questão, considerando que a dependência entre o *spin* dos núcleons e seu movimento orbital poderiam se constituir como uma possível explicação para a existência dos números mágicos maiores (BANERJEE, 2007).

Considerações Finais

Este trabalho objetivou apresentar uma das contribuições científicas de Maria Goeppert-Mayer para a área da física nuclear: o modelo nuclear em camadas. Embora seu trabalho possua enorme relevância, não se encontram pesquisas substanciais na educação científica que divulguem as contribuições da cientista. Como descrito por Wieckowski (2019), as contribuições de Goeppert-Mayer possibilitam, por exemplo, entender os elementos químicos em características como a estabilidade nuclear, por meio de conhecimentos como as Cartas de Nuclídeos, possibilitando uma visão diferenciada sobre os elementos químicos. Em suma, o desenvolvimento deste trabalho demonstrou a importância de se evidenciar exemplos de diferentes cientistas, de maneira que possibilitem que meninos e meninas reconheçam as contribuições de diferentes cientistas que não aqueles que são tradicionalmente mencionados. Como perspectivas futuras, considera-se relevante destacar, que em prosseguimento desta pesquisa, estão sendo produzidos materiais audiovisuais de divulgação científica sobre as ganhadoras do Nobel, além de cursos de formação continuada para docentes e palestras sobre a temática para a comunidade em geral. Em conclusão, sugere-se que propostas similares possam ser desenvolvidas, evidenciando personagens e/ou grupos de cientistas, em especial mulheres, que promoveram ou promovem contribuições importantes à ciência.

Referências

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. *et al.* Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. **Revista Científica**, v. 30, n. 3, p. 155-166, 2017.
- BANERJEE, B. Maria Goeppert Mayer. **Resonance**, v. 12, n. 12, p. 6-11, 2007.
- CARVALHO, M. G.; CASAGRANDE, L. S. Mulheres e ciência: desafios e conquistas. **Revista Interthesis**, v. 8, n. 2, p. 20-35, 2011.
- CHASSOT, A. Nomes que fizeram a química (e quase nunca lembrados). **Química Nova na Escola**, n. 5, p. 21-23, 1997.
- CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Entre os transurânicos e a fissão nuclear: um exemplo do papel da interdisciplinaridade em uma descoberta científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 536-563, 2014.

CORTES, M. R. Mulher na ciência: “Ciência também é coisa de mulher!”. 2018. 128 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Licenciatura em Física) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

FIOLHAIS, C. Dos núcleos aos agregados atômicos: campo médio e movimentos colectivos. **Colóquio Ciências: Revista de Cultura Científica**, n. 9, p. 22-42, 1991.

FREITAS, J. C. C.; BONAGAMBA, T. J. **Os núcleos atômicos e a RMN**. In: Fundamentos e Aplicações da Ressonância Magnética Nuclear. 1999, Rio de Janeiro: AUREMN.

GOEPPERT-MAYER, M. On closed shells in nuclei. **Physical Review**, v. 74, n. 3, p. 235-239, 1948.

GOEPPERT-MAYER. **The shell model**: Nobel Lecture. 1963. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1963/mayer/lecture/>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

JOHNSON, K. E. Maria Goeppert Mayer: Atoms, Molecules and Nuclear Shells. **Physics Today**, v. 39, n. 9, p. 44-49, 1986.

LEPINE-SZILY, A. Rumos da Física Nuclear. **Revista USP**, n. 66, p. 74-79, 2005.

LUCENA, M. P. C. Principais obstáculos à inserção da História da Ciência e da Filosofia da Ciência no ensino de Física no contexto da educação básica. 2019. 94 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

MELZER, E. E. M.; AIRES, J. A. A História do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 22, p. 62-77, 2015.

MOREIRA, M. A; MASSONI, N. T; OSTERMANN, F. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.

PACHECO, M. A. L. Marie Goeppert-Mayer: una mujer excepcional. **Universitario Potosinos: Revista de Divulgación Científica**, v. 15, n. 233, p. 36-37, 2019.

PALANDI, J. *et al.* **Física Nuclear**. Universidade Federal de Santa Maria: Grupo de Ensino de Física. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/gef/arquivos/fisinuc.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

SACHS, R. G. Maria Goeppert-Mayer – two-fold pioneer. **Physics Today**, v. 35, n. 2, p. 46-51, 1982.

SILVA, F. F; RIBEIRO, P. R. C. Trajetórias de mulheres na ciência: “ser cientista” e “ser mulher” **Ciências & Educação**, v. 20, n. 2, p. 449-466, 2014.

SOUZA, M. A. M.; DANTAS, J. D. Fenomenologia nuclear: uma proposta conceitual para o ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 136-158, 2010.

TAVARES, O. A. P. 80 anos da fissão nuclear: a mais abundante fonte de energia disponível para a humanidade. **Ciência e Sociedade**, v. 2, n. 6, p. 19-34, 2019.

WIECKOWSKI, A. B. Periodic table of nuclides based on the nuclear shell model. **Romanian Journal of Physics**, v. 64, n. 303, p. 1-19, 2019.

ESPERANTISMO: UMA DISCUSSÃO SOBRE OS ARGUMENTOS DE TERRAPLANISTAS E TERRAESFERICISTAS

ESPERANTISM: A DISCUSSION ABOUT FLAT-EARTHERS' AND GLOBE-EARTHERS' ARGUMENTS

Felipe Lopez¹, William Ney Junior², Cristiano Mattos³

¹Universidade de São Paulo / Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, felipe.sanches.lopez@usp.br

²Universidade de São Paulo / Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, wnj@usp.br

³ Universidade de São Paulo / Instituto de Física, crmattos@usp.br

Resumo

Neste trabalho, pretendemos avançar na compreensão de uma polêmica que voltou à voga em debates na sociedade brasileira: o terraplanismo. A incapacidade de uma resposta científica que mude a posição daqueles que acreditam na Terra plana chama atenção, principalmente, quando a posição minoritária é desprezada e desqualificada apenas com argumentos de autoridade. Não pretendemos debochar ou desqualificar dessa forma de expressar uma compreensão, muitas vezes não explícita, de uma parcela da população. Pelo contrário, pretendemos identificar o “Terraesfericismo”, apesar de ter sido a tese hegemônica no meio científico desde os gregos antigos, como uma expressão da forma dogmática com que a ciência vem sendo ensinada e veiculada. Tal forma dogmática, apresenta o processo científico, não como expressão de um processo histórico e coletivo de produção de conhecimentos transitórios, mas como verdades cristalizadas.

Palavras-chave: Ciência, Religião, Dogmatismo, Terraplanismo, Esperantistas

Abstract

In this paper, we intend to advance in the understanding of a controversy that has returned to the Brazilian society's debate, flatearthism. The failure of a scientific response that could change the position of those that believe in flat Earth draws attention, primarily when the minority position is despised and disqualified using only arguments of authority. We do not intend to mock or disqualify this way that a portion of the population thinks about the shape of the Earth, even if not always explicitly. On the contrary, despite having been the hegemonic thesis since the ancient greeks, we intend to identify “Earthsphericism” as an expression of the dogmatic way in which science has been taught and conveyed. Such dogmatic way, shows the scientific process, not as an expression of a collective process of production of transitory knowledge, but as crystallized truths.

Keywords: Science, Religion, Dogmatism, Flatearthism, Esperantists.

Introdução

Diversos países têm passado por crises de confiança na ciência. Apesar da produção do conhecimento científico estar crescendo exponencialmente, a distribuição dos benefícios científicos e de novas tecnologias têm se restringido cada vez mais com o aumento da desigualdade financeira. Como qualquer comóditê, o conhecimento científico se tornou moeda de troca no processo capitalista de acúmulo de capital, de poder econômico e político. Assim, apesar da ampliação do acesso ao conhecimento científico por meio da educação formal, a qualidade da ciência apresentada leva à ideia de que é um conhecimento dogmático, o que coloca o conhecimento científico em equivalência com o conhecimento religioso. A consequência dessa incompreensão do processo de produção da ciência é o descrédito da sua validade.

A fragmentação da realidade, estabelecida no pós-modernismo, coalesceu no mundo contemporâneo como bipartidarismo político. As divisões binárias floresceram sob o rótulo de “direita e esquerda”, “ciência e religião”, “realistas e antirrealistas”, todas dicotomias trazidas numa perspectiva da lógica formal que torna a convivência dos opostos um beco sem saída.

A arrogância com que defensores da “ciência” e das “pseudociências” apresentam seus argumentos mostra claramente a impossibilidade de seguir adiante no debate, a não ser por meio da força que elimina o outro.

Recentemente foi realizado um levantamento sobre as atitudes públicas em relação à ciência e à saúde, com uma amostra de 140 mil pessoas com 15 anos ou mais, em 140 países (GALLUP, 2019). Um dos principais resultados obtidos foi de que 18% das pessoas têm um nível de confiança “alto” em cientistas, 54% têm um nível de confiança “médio”, 14% têm confiança “baixa” e 13% “não sabem”. Esse resultado varia conforme a região: na Austrália e Nova Zelândia, norte da Europa e Ásia Central, uma em cada três pessoas relata a confiança na ciência como “alta”. Enquanto nas Américas Central e do Sul essa proporção cai para um em cada dez. (GALLUP, 2019)

Por outro lado, na totalidade da amostra, 70% das pessoas acham que a ciência os beneficia, enquanto apenas 40% acha que o benefício se estende à maioria da população de seu país. O que está de acordo com o resultado de que 1/3 dos entrevistados na África e nas Américas Central e Sul se sentem excluídos dos benefícios da ciência. Nós, brasileiros, estamos no grupo dos sul-americanos que têm a maior proporção de sujeitos (25%) que acreditam que a ciência não os beneficia pessoalmente, nem à sociedade como um todo. O resultado que mais interessa à discussão proposta é o de que 64% da amostra global, que têm uma afiliação religiosa e afirmam que a religião é uma parte importante de sua vida cotidiana, dizem que, quando há um desacordo, acreditam mais na religião do que na ciência (GALLUP, 2019).

Neste trabalho, pretendemos avançar na compreensão de um problema recente e crescente no Brasil, o terraplanismo. Não pretendemos debochar ou desqualificar essa forma de expressar uma compreensão, muitas vezes não explícita, de uma parcela da população. O “terraesfericismo” tem sido a tese hegemônica no meio científico desde os gregos antigos, entretanto essa forma de ver o planeta se cristalizou como verdade dogmática e não como expressão de um processo histórico e coletivo de produção de conhecimento – ou como expressão da

Ciência. Tomada como verdade absoluta, a ciência encontra novas verdades como rivais e não consegue estabelecer o diálogo, pois o cidadão comum que defende a verdade científica, o faz com o mesmo tipo de argumentação dogmática daquele que defende a verdade pseudocientífica ou religiosa. O resultado desse encontro é a impossibilidade do diálogo, fenômeno que deveria ser impensável a quem pretende fazer ciência.

Nosso objetivo é identificar aspectos desse dogmatismo científico, cujos adeptos foram denominados por Gramsci (2019) como “esperantistas”, e como isso impede o avanço do diálogo frente a posições divergentes.

Referencial teórico

Com o intuito de fundamentar nossa reflexão, utilizaremos como referencial teórico o materialismo histórico-dialético. Em específico, as reflexões de Gramsci sobre a objetividade do mundo exterior e da natureza da ciência presentes nos Cadernos do Cárcere¹ (GRAMSCI, 2019).

Concepção gramsciana de ciência

O materialismo histórico-dialético desenvolvido por Marx e Engels ao longo de diversos trabalhos (e.g., ENGELS, 2011; MARX, 2010a) pode ser visto, dentre vários e complexos aspectos da obra, como uma forma de superar as dicotomias presentes em análises socioeconômicas que se pautaram pelo uso da lógica formal. Dentre elas, talvez uma das mais centrais para a discussão sobre a natureza da ciência, e sobre a qual nos debruçamos neste trabalho, é a dicotomia entre sujeito e objeto.

Gramsci (2019) reforça a perspectiva dialética do par sujeito-objeto ao indicar que qualquer objetividade é sempre uma objetividade humana que, por sua vez, corresponde a uma subjetividade histórica. Nessa perspectiva, a objetividade do mundo exterior só pode ser afirmada dentro da perspectiva dos seres humanos, e se torna subjetiva ao longo da história por meio do desenvolvimento da cultura. De certa forma, essa ideia já havia sido proposta por Marx (2010b, p. 103, tradução nossa), quando disse que “a tradição de todas as gerações passadas pesa como um pesadelo no cérebro dos vivos”.

A novidade trazida por Gramsci se encontra na introdução da ideia de hegemonia cultural, uma reflexão de que o que é objetivo se torna historicamente subjetivo por meio de um processo de unificação cultural (hegemonia) que, por meio de diversos mecanismos, acaba por suprimir o surgimento, ao longo da história, de outros conjuntos de ideias, de outras ideologias.

A concepção gramsciana de realidade objetiva vai contra o que o autor chama de materialismo metafísico. Para essa última perspectiva, a realidade está fora do ser humano, e existiria independentemente da existência dos seres humanos. Enquanto, para o autor, conhecemos a realidade única e exclusivamente na perspectiva do ser humano, que é um devir histórico, tudo o que parte de sua perspectiva também é considerado um devir, incluindo a própria realidade e a objetividade (GRAMSCI, 2019).

¹ Os Cadernos do Cárcere são um conjunto dos escritos de Antonio Gramsci no período em que foi preso pelo regime fascista na Itália (1926) até sua morte em 1937.

Indo além, podemos afirmar que ser realista, na perspectiva do materialismo metafísico, nos coloca em contradição com a perspectiva dialética. Isso porque aceitar a existência de uma realidade externa e independente do ser humano é violar a unidade dialética sujeito-objeto e a historicidade dos conceitos e das categorias materialistas dialéticas. Nesse tipo de realismo, acaba-se priorizando o objetivismo e desconsiderando a contradição do seu contraponto subjetivo como parte da realidade, muito menos seu papel no devir da realidade.

No positivismo, perspectiva filosófica dominante na fundamentação das ciências naturais, pouco se interessa por esses tipos de questões. A maior preocupação é a da elaboração dos métodos de investigação, que reforçam os sentidos e os instrumentos lógicos. Essa forma de compreender e desenvolver as ciências naturais é transmitida para a comunidade científica por meio de uma cultura própria. No entanto, para Gramsci (2019), aceitar uma realidade objetiva que existe de forma independente dos seres humanos é aceitar uma das formas da fé religiosa, uma vez que a questão sobre essa existência é indecidível.

Em termos materialistas histórico-dialéticos, podemos dizer que as ciências são superestruturas, influenciadas pelas condições materiais de produção e envoltas por ideologias. Demonstrações disso, são os períodos em que a ciência foi suprimida por outras ideologias (GRAMSCI, 2019) ou que sofreu influência mais explícita da ideologia dominante, tomando uma forma particular (LOPEZ; ORTEGA; MATTOS, 2019).

Esperantismo científico

O esperantismo² científico é um termo desenvolvido por Gramsci e diz respeito ao conjunto de pessoas (cientistas ou não) que acreditam que a ciência é uma linguagem universal, neutra e, por meio dela, a humanidade poderia superar as barreiras culturais (GRAMSCI, 2019). Para os esperantistas científicos:

tudo o que não vem expresso em sua linguagem [científica] é delírio, é preconceito, é superstição, etc.; mediante um processo análogo ao que se verifica na mentalidade sectária, eles transformam em juízo moral ou em diagnóstico de ordem psiquiátrica o que deveria ser um mero juízo histórico.” (p. 184)

Assim, o esperantismo científico é categorizado como um tipo de fanatismo, que pode ser equiparado ao fanatismo religioso. A crença de que as ciências podem resolver os problemas do mundo e melhorar a vida de toda sociedade, pode se tornar um fanatismo fundamentalista. Tal fé, abstrata, exclui a motivação de realizar ações que possam efetivamente trazer a melhoria desejada, fazendo com que a humanidade espere que algo ou alguém externo, um Messias científico, as realize (GRAMSCI, 2019).

Porém, para Gramsci, os cientistas não esperantistas são essenciais para combater esse fanatismo superficial. Eles devem utilizar os meios de divulgar a ciência, e não mais permitir que jornalistas e autodidatas façam esse trabalho (GRAMSCI, 2019). O esperantismo científico, entendido como uma espécie de positivismo ingênuo, é comum na área científico-tecnológica. Podemos identificar um

² Expressão que significa o “seguidor do esperanto”, uma língua artificial criada em 1887 com o intuito de ser um idioma mundial com a qual as pessoas se comunicariam independente de suas culturas. Para mais informações: https://uea.org/info/pt/kio_estas_uea

exemplo no último capítulo do livro Física e Filosofia, no qual Heisenberg (1987) descreve como a ciência pode auxiliar os seres humanos em seus conflitos. Ao discutir a criação do CERN³, o autor coloca a ciência como mediadora da relação entre culturas. Para ele, não pode haver desentendimento sobre a ciência já que essa não depende de nenhuma autoridade humana. Dessa forma, diferentes culturas poderiam dialogar usando a ciência como base comum.

Outro entendimento sobre ciência e tecnologia, trazido por Heisenberg (1987), é de que essas duas são inevitáveis e estão à parte de qualquer desejo humano, usando como exemplo o desenvolvimento dos meios modernos de comunicação, como afirma o autor:

Poderemos, de certo modo, encará-lo como um processo biológico, em escala mundial, pelo qual estruturas ativas do organismo humano estabelecem-se, gradual e imperceptivelmente, sobre vastas porções de matéria e as transformam, a seu jeito, naquela condição que convém à crescente população humana. (p. 143)

Esse conjunto de crenças está intimamente relacionado aos mitos científicos: neutralidade científica, decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista e determinismo tecnológico (AULER, 2002).

Uma relação entre Esperantismo e Mitos

Auler (2002) propõe que alguns mitos representam a forma com que as sociedades modernas capitalistas entendem o papel da ciência e tecnologia no seu desenvolvimento. Esses mitos estão ligados à crença de que a ciência é neutra, livre de influências sociais. Auler (2002) aponta os seguintes mitos científicos:

- (i) Decisões tecnocráticas: toda decisão tomada com base na ciência é inerentemente boa, e, por ser ideologicamente neutra, pode ser aplicada em qualquer sociedade;
- (ii) Salvacionismo: o inevitável progresso científico e tecnológico resolverá os problemas da sociedade e levará a humanidade ao bem-estar social; e
- (iii) Determinismo tecnológico: a tecnologia define o que uma sociedade pode fazer e independe das influências sociais.

Auler destaca, também, que a raiz desses mitos está na crença da neutralidade científica e tecnológica. Porém, sua não-neutralidade pode ser identificada a partir de quatro dimensões interdependentes (AULER, 2002, 98-122)⁴:

- (i) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica resulta de decisões políticas: a ciência se desenvolve no sentido do lucro privado;
- (ii) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico não ocorre de forma equitativa, o sistema político define seu uso: a forma com que os produtos científicos são utilizados em uma sociedade dependem de suas forças políticas;

³ Conseil Européen pour la Recherche Nucleaire ou Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear.

⁴ Neste trabalho, apresentaremos sem grandes aprofundamentos os argumentos gerais discutidos em Auler (2002). Recomendamos a leitura completa da tese para mais detalhes.

(iii) O conhecimento produzido não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos (lógica e experiência): o conhecimento científico é produzido a partir de paradigmas que se desenvolvem sócio historicamente;

(iv) Os produtos científicos e tecnológicos incorporam, materializam interesses, desejos de sociedades ou grupos hegemônicos: os produtos da ciência e tecnologia têm pontos positivos e negativos que não são independentes de seu uso.

Ao analisar os mitos científicos (AULER, 2002), é possível identificar que estão de acordo com a perspectiva gramsciana de ciência. Esta, por ser uma superestrutura, sofre influências das condições econômicas, sociais, culturais e históricas de uma sociedade, sendo, ainda, controladas pelo grupo social dominante. Como qualquer crença fundamentalista, a crença nos mitos científicos leva à desconexão do processo produtivo do conhecimento e dos seus resultados, que deixam de ser identificados como um processo histórico do desenvolvimento social. Essa alienação se manifesta na imobilidade do crente frente a qualquer crítica ao sistema no qual está aderido de forma fundamentalista, seja o sistema da própria ciência, seja o de um credo religioso. O resultado é a morte do diálogo como troca de argumentos e suas garantias, apenas são manifestas certezas cuja validade é a própria experiência do sujeito ou é a afirmação de uma autoridade naquele sistema.

Primeiros passos na empiria

Com o objetivo de identificar alguns dos argumentos utilizados por “terraplanistas”, participamos do evento FLATCon Brasil⁵. Em meio à várias tentativas frustradas de entrevistas com participantes que não desejavam fazê-lo, logramos realizar 7 entrevistas: 6 com “terraplanistas” e uma com um astrofísico, “terraesfericista”, infiltrado na convenção. Aqui, apresentamos alguns fragmentos das transcrições para exemplificar as posições tomadas pelos crentes na Terra plana (identificados por TP seguido por um número) e pelo crente na Terra esférica (identificado por TE).

O protocolo de entrevista foi construído para determinar argumentos sobre questões consideradas controversas para os participantes do evento, como o formato da Terra, o movimento anti-vacinação e os efeitos das mudanças climáticas. Aqui extraímos excertos relativos ao problema do formato do planeta Terra.

Exemplos de argumentos dogmáticos

Nesta seção, apresentamos, brevemente, algumas relações entre os argumentos de terraplanistas e terraesfericistas com o intuito de mostrar suas semelhanças, em especial o seu caráter esperantista e dogmático. Em diversos momentos, a entrevista com o astrofísico (TE) deixa claro o esperantismo. Ao ser questionado sobre a perspectiva da comunidade astronômica sobre o movimento de negacionismo científico, o entrevistado começa com uma definição de ciência:

(TE): A ciência é a contemplação de eventos e a tentativa de compreender esses eventos e explicá-los de uma forma que, idealmente, até possam ser traduzidas em um modelo matemático. Então, hoje, com o modelo esférico

⁵ O evento aconteceu na cidade de São Paulo em novembro de 2019 e se destinava a divulgar e discutir o “terraplanismo”. Mais informações em: <https://facebook.com/flatconbr/>

que a astrofísica e a astronomia conseguem aferir, nós podemos prever eclipses lunares que vão ocorrer até 100 anos. Nós podemos prever eclipses solares que vão acontecer com precisão de dia, hora, minuto, segundo. Então, é necessário que eles apresentem o modelo em que eles tenham essas precisões de registros de eventos [...]

Esse trecho pode ser relacionado com dois outros de entrevistas com terraplanistas. A resposta do TP1 à pergunta “qual a sua principal crítica para a ciência?”, traz um questionamento à definição de ciência mostrada acima:

(TP1): Primeiro a gente tem que perguntar: quem é essa tal da ciência? Podemos dizer que existe a chamada comunidade científica, existem instituições respeitadas, mas existem cientistas independentes, eles não fazem ciência? Todo mundo tem que tá debaixo de um único guarda-chuva? Então, o que nós questionamos é a tal da ditadura científica.

A definição de ciência do TE pode ser entendida como esperantista em alguns níveis. Primeiro com relação à definição de que ciência é aquela que, mesmo idealmente, pode ser traduzida em um modelo matemático, prevendo indubitavelmente o futuro. Em segundo lugar, apesar do uso do termo “modelo”, no enunciado não se identifica a ideia de um desenvolvimento sócio histórico das ciências, no qual modelos e teorias (mesmo matemáticas) tem domínios de validade e que podem ser substituídos por outros modelos e teorias de validade mais ampla. Outro excerto que pode ser relacionado à fala do TE, é a fala de TP3 respondendo à questão “você acredita em alguma verdade absoluta?”:

(TP3): A matemática é uma verdade absoluta. Na matemática dois mais dois nunca vai deixar de ser quatro. E é com essa base científica, da matemática, que a gente usa para fazer os testes de curvatura e provar que a Terra é plana e não esférica.

Em ambos os argumentos, a matemática é o fundamento que sustenta os modelos utilizados e garantem comprovações tanto a favor do terraplanismo quanto a favor do terraesfericismo. Em especial, para o TE, falta aos terraplanistas apresentar o modelo matemático, isto é, observações que não se baseiam em um modelo matemático, devem ser desconsideradas.

Quando consideramos a relação entre terraplanismo e religião, o argumento utilizado por um dos entrevistados (TP1) equivale àquele utilizado pelo TE sobre a neutralidade da ciência:

(TP1): A Terra plana é um movimento independente, apenas às pessoas que entendem que a Terra é plana, há cristãos, há diversas religiões, há pessoas ateus, pessoas que não tem religião. Então, a única coisa que tem que falar sobre isso é de que o movimento da Terra plana não tem nada a ver com religião, é apenas uma busca da verdade.

(TE): [...] a ciência ela não tem sexo, ela não tem religião, ela não tem cor.

Tais argumentos demonstram a visão de que existe uma verdade independente de suas crenças religiosas. Por fim, mostramos que ambos afirmam ter evidências irrefutáveis e verificáveis empiricamente e que, por si só, sustentam seu argumento:

(TP2): Eu tenho frações [da verdade] técnicas, empíricas sobre o formato da Terra. Então, eu te falo sobre a curvatura, eu falo dos faróis, sobre os periscópios do navio, eu te falo sobre o Salar de Uyuni, que não tem curvatura. Eu te falo sobre alguns assuntos reais, que são verdadeiros e irrefutáveis.

(TE): Eu, pelo menos, não tento colocar nada sobre imagens [...] porque eu tenho outras observações in loco que podem satisfazer essas explicações. Então, quando eu explico que o Sol se põe e ele baixa, porque se o Sol e a Lua estão na superfície plana, como é que o Sol se põe abaixo do horizonte? [...] Então, existem observações físicas que são irrefutáveis, que não precisa de um astrofísico para mostrar que o modelo deles está equivocado.

Embora sejam consideradas irrefutáveis, as evidências que ambos contêm são questionadas pelo grupo que não acredita em sua posição. Novamente, ignore-se o desenvolvimento sócio histórico dos entendimentos (científicos ou não) e se encerra qualquer tipo de discussão.

Conclusões

No Brasil e no mundo, vivemos um momento de crise das instituições, em particular a da Ciência. Nesse momento, grande parte das pessoas não têm confiança na ciência e aqueles que têm, apresentam os argumentos científicos validados apenas em argumentos de autoridade. Nesse tipo de argumentação os argumentos científicos e não-científicos se equivalem, pois ambos carecem de validação daquele que o escuta, seja num debate político na rua, seja o estudante na sala de aula. Aqui, fica clara a importância da história da ciência como fonte central para identificar e validar o caráter crítico com que o conhecimento científico, mesmo que provisório, é desenvolvido coletivamente ao longo da história humana. Nossa incapacidade de apresentar, rapidamente, a validade do argumento terraesfericista frente às crenças terraplanistas é apenas mais uma manifestação do fenômeno de descrédito da história humana como fonte ontológica da realidade. Por exemplo, a negação do holocausto nazista é a negação da própria ontologia do ser humano e o desprezo das nossas possíveis escolhas por um mundo fraterno, fundado numa ciência que fortaleça a bem-aventurança humana, expressa numa sociedade justa e democrática.

Referências bibliográficas

- AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. Tese (Doutorado em Educação)— Florianópolis: UFSC, 2002
- ENGELS, F. Socialism: Utopian and Scientific. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2011
- GALLUP. Wellcome Global Monitor – First Wave Findings. 2019. Disponível em: <<https://wellcome.ac.uk/reports/wellcome-global-monitor/2018>>. Acesso 20/01/2020.
- GRAMSCI, A. Cadernos do cárcere. 11. ed. v. 1. Tradução: Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2019
- LOPEZ, F.; ORTEGA, J. L.; MATTOS, C. O movimento Deutsche Physik e o ensino de Física na Alemanha nazista. In: XXIII SNEF. Salvador. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiii/sys/resumos/T0344-1.pdf>>.
- MARX, K. Economic Manuscripts of 1857-1858. In: COHEN, J. et al. (Eds.). Marx & Engels Collected Works. v. 29. London: Lawrence & Wishart, 2010a
- MARX, K. The Eighteenth Brumaire of Louis Bonaparte. In: COHEN, J. et al. (Eds.). Marx & Engels Collected Works. v. 11. London: Lawrence & Wishart, 2010b.

CONVER(SAS)-GÊNCIAS: CARL. R. ROGERS E PAUL K. FEYERABEND EM UM HUMANIZAR DA EDUCAÇÃO E DA CIÊNCIA

CONVER(SSES)-GENCES: CARL. R. ROGERS AND PAUL K. FEYERABEND IN A HUMANIZATION OF EDUCATION AND SCIENCE

Letícia Jorge¹, Luiz O. Q. Peduzzi²

¹Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), leticiajorgeifsc@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) / Departamento de Física / Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), luiz.peduzzi@ufsc.br

Resumo

O ponderar sobre o desenvolvimento de um profissional “ser humano” (e.g., docente ou cientista) que compreenda, produza e comunique a ciência como atividade de essência humana, constitutiva de dinamicidade, pluralidade e de diversidade, centraliza uma necessidade da sociedade de hoje. Nessa perspectiva, objetiva-se colaborar para a humanização da formação de professores, bem como da própria ciência, ao se investigar perspectivas da correspondência entre alguns aspectos da teoria da aprendizagem significativa de Carl R. Rogers e da epistemologia de Paul K. Feyerabend. Das convergências entre o referencial educacional e o referencial filosófico, averiguam-se potencialidades de correlação do (i) aprender a aprender do sujeito em processo de aprendizagem com a compreensão de um saber científico inacabado e em constante desenvolvimento; (ii) do pluralismo metodológico com o uso de práticas diversificadas tanto para o âmbito pedagógico quanto para o científico; (iii) e do relativismo, que outorga direitos a membros de uma sociedade independentemente das tradições as quais pertençam, com a liberdade de aprender do sujeito ao se respeitar suas escolhas e propiciar a interação com novas culturas.

Palavras-chave: Formação humana e plural. Ciência humanizada. Educação científica.

Abstract

To ponder on the development of a “human” professional (e.g., teacher or scientist) who understands, produces and communicates science as an activity of human essence, constituting dynamism, plurality and diversity, centralizes a need of today's society. From this perspective, the aim is to contribute to the humanization of teachers in training, as well as science itself, by investigating perspectives of correspondence between some aspects of Carl R. Rogers' significant learning theory and Paul K. Feyerabend's epistemology. From the convergences between the educational and the philosophical frameworks, we find correlation potentialities of (i) the person's learning to learn in the learning process with the understanding of unfinished and constantly developing scientific knowledge; (ii) the methodological pluralism with the use of diversified practices for both the pedagogical and the scientific scope; (iii) and the relativism, which grants the rights to society's members

regardless of the traditions to which they belong, with the person's freedom to learn by respecting one's choices and fostering interaction with new cultures.

Keywords: Human and plural formation. Humanized science. Scientific education.

Um guia que orienta o avesso de um linear caminhar

Não há benefícios na uniformidade; ela, com efeito, “[...] ameaça o livre desenvolvimento do indivíduo” (FEYERABEND, 1977, p. 10). Por que se luta? Para se “[...] desenvolver o que há de melhor nos seres humanos” (ROGERS, 1978, p. 261). E o que seria “melhor” do que uma formação na qual o indivíduo possa se apreciar “[...] como ser humano imperfeito, dotado de muitos sentimentos, muitas potencialidades[?]” (ROGERS, 1978, p. 115). Na qual possa vir a ser tudo que é capaz de ser? Concedendo o devido respeito e a aceitação (não a imposição) a um novo saber e a outro indivíduo? Não é por isso que se luta? Por uma liberdade que desperte o desenvolvimento e a felicidade? “Queremos libertar as pessoas para que elas possam sorrir” (FEYERABEND, 1999, p. 191).

Tal consideração leva ao aproximar de uma “[...] recíproca relação eu-tu” (ROGERS, 1978, p. 225), isto é, de pessoa para pessoa, na qual a divergência de opiniões, posições e funções se faz minimizada e flexibilizada perante a dimensão humana de um encontro entre indivíduos. A discussão se torna propícia tanto para o dilema educacional (e.g., professor sábio e aluno tolo) quanto para o científico (e.g., cientista gênio e cidadão ignorante). Nessa perspectiva, o ponderar sobre o desenvolvimento de um profissional “ser humano”, seja docente ou especialista, por meio de processos formativos, centraliza uma necessidade da sociedade de hoje.

Por um lado, pode-se ganhar um professor disposto a entender empaticamente as vivências do aluno, seus sentimentos, suas limitações, suas potencialidades e rejeições diante dos conteúdos. Pode-se ganhar em diálogo, em envolvimento e em respeito. Essa maneira de agir “[...] pode refletir em práticas mais humanizadas, coerentes com uma filosofia libertadora que preza pela autonomia dos sujeitos e convoca os professores a refletirem sobre a produção de sentido do fazer docente” (SOBREIRA; TASSIGNY; BIZARRIA, 2016, p. 122). De outro lado, se pode ser agraciado com um “cientista renascentista” (MCBRIDE *et al.*, 2011), cujo ideal incorpora “[...] princípios básicos do humanismo renascentista, nos quais os humanos eram considerados ilimitados em suas capacidades de desenvolvimento” (MCBRIDE *et al.*, 2011, p. 466). Em outras palavras, significa conceber um cientista empenhado a compreender e contribuir com uma ampla variedade de campos; e, também, comprometido com o comunicar de saberes para diversos públicos que não sejam exclusivamente seus pares – como não especialistas, não cientistas, estudantes e cidadãos, de uma maneira que se faça avançar no entendimento da natureza.

Contudo, atualmente, nota-se uma particularidade na formação do professor de física: “a posse de um conjunto de conhecimentos sobre ciência não [...] adequada [...]. Por isso, a finalidade é fazer com que o estudante fuja da enganosa imagem da ciência como absoluta, completa e permanente” (ROGERS, 1978, p. 139). Diversos autores têm dado pormenores mais específicos sobre a maneira pela

qual essa meta pode ser alcançada (e.g., melhorias na formação de docentes e de cientistas, nas políticas públicas educacionais, etc.). Porém, dentre as diversas abordagens (e.g., ciência, tecnologia e sociedade (CTS), psicologia ou sociologia da ciência, entre outras) possíveis para a discussão sobre a ciência “[...] os usos da história e da filosofia da ciência (HFC) na educação científica vem sendo recomendado como um recurso útil para uma formação de qualidade [...]” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 29). Nesse sentido, a HFC pode contribuir para o ensino e a aprendizagem de aspectos epistemológicos relacionados a construção do conhecimento científico. Ela também possibilita o realce da dimensão humana da ciência – uma vez que ela é um empreendimento vivo, um constructo desenvolvido pelo próprio ser humano, inacabado, imperfeito, concebido com os mais variados devaneios e com muitos planejamentos.

Diante dessas colocações, tem-se como intuito, então, colaborar para uma formação mais humana e plural de professores de física ao se valer de diálogos entre alguns aspectos da teoria da aprendizagem significativa de Carl R. Rogers (1902-1987) e da epistemologia de Paul K. Feyerabend (1924-1994) como subsídio para a discussão da ciência em essência humana e da produção e comunicação do saber científico, por parte desses sujeitos, em maneiras metodologicamente multifacetadas – sejam elas realizadas em laboratórios, em salas de aula ou em outros espaços. Isto, objetivando responder a seguinte questão de pesquisa: quais as perspectivas da correspondência entre aspectos da teoria da aprendizagem significativa de Carl R. Rogers e da epistemologia de Paul K. Feyerabend para se (re)pensar a formação histórico-filosófica e humanística do docente do campo da física?

Conhecendo e libertando-se: um emaranhado de percursos

O entrelaçamento entre as principais concepções de Rogers e de Feyerabend, embora não existente ou evidenciado na literatura, não se revela do hoje ou do agora; se reflete no ontem e reverbera no amanhã. Ele se faz construir desde meados de 1960 – momento em que se combatia “[...] uma sociedade [...] voltada [...] para a busca de um ideal do máximo de modernização [...], privilegiando os aspectos técnico-rationais, em detrimento dos sociais e humanos [...]” (CAMPOS, 2006, p. 242). O principal foco de propagação desse movimento, basicamente atrelado às manifestações da contracultura, ocorreu na Califórnia; lugar comum a Rogers, que entre 1963 e 1968 expande os interesses pela educação e pela política internacional, e a Feyerabend, que começa a lecionar a partir de 1960 na Universidade da Califórnia em Berkeley.

É desse cenário, então, em um mesmo espaço de tempo, que se evidenciam possibilidades de correspondências entre as ideias desses dois conterrâneos que construíram saberes em distintos campos. Um ao tecer críticas às ideias do comportamentalismo (behaviorismo), defendendo a liberdade de aprender sob o viés de uma formação mais humana, e o outro ao recriminar o predomínio da racionalidade científica, salvaguardando a diversidade de saberes e de procedimentos para a construção do conhecimento.

De posse da importância de tais colocações, convém ressaltar que a existência de estudos de revisão bibliográfica a nível internacional (KIRSCHENBAUM; JORDAN, 2005) e nacional (BRANCO, CIRINO, 2017), bem

como inúmeros outros sobre as ideias de Rogers voltados à educação, por exemplo, atestam a contemporaneidade e pertinência de suas discussões no contexto brasileiro. Do mesmo modo, pesquisas tais como as de Silva (2016) e Damasio e Peduzzi (2017) revelam um “esquecimento” das ideias feyerabendianas em produções acadêmicas voltadas ao âmbito da educação científica; fato que resulta na necessidade de contribuição de trabalhos para o respectivo campo.

Aqu(i)-eles que (des)instruem direções não prescritas

Parece a muitos difícil proporcionar liberdade de aprender a estudantes no sistema educacional convencional, sendo que “[...] há indivíduos e grupos que se apegam [...] a rígidos pontos de vista sobre o que a escola ou a universidade devem ser, além de temerem, profundamente, a liberdade de pensar, de escolher e de agir [...]” (ROGERS, 1978, p. 297) de seus alunos. Tantos são os limites exteriormente impostos para a liberdade de aprender (e.g., a duração do semestre letivo, o conteúdo programático, a pressão institucional, etc.), precipuamente, no nível universitário. “Como podem ser livres os estudantes se o curso é previamente estabelecido, sem nenhuma possibilidade de escolha para eles?” (ROGERS, 1978, p. 43). Certa liberdade pode ser cedida, por exemplo, a partir da construção de um acordo mútuo (e.g., uso de contrato didático) entre aluno e facilitador da aprendizagem (professor) ao se levar em consideração os objetivos da instituição e do próprio sujeito. O “como” fazer, por sua vez, não se torna algo prescritivo, preestabelecido ou universalmente regulado; é algo único, genuíno e relativo ao estilo de cada facilitador e da maneira pela qual ousa aventurar-se pelo desconhecido existencial.

De todo modo, em uma situação “real”, a ideia da convergência entre certos aspectos dos trabalhos de Rogers e de Feyerabend seria viável, por exemplo, em uma disciplina de um curso de física que realizasse análises históricas e/ou epistemológicas dos desenvolvimentos conceituais das teorias físicas. Em uma ementa em que constassem discussões a partir da Grécia (século V a.C.) – algo inteiramente razoável dado o fato de muitos historiadores da ciência situarem nos gregos o início da ciência ocidental – poder-se-ia reservar um espaço para o debate de conhecimentos antecedentes a esse período e pouco mencionados na história da ciência. Uma alternativa que pode contribuir com reflexões significativas sobre esse tema, ao se fazer uso de um relativismo prático (i.e., de um intercâmbio entre povos que pode gerar oportunidades), seria conhecer, explorar e analisar os limites e as perspectivas de explicações dadas por culturas e povos mais remotos (e.g., tradição mesopotâmica, egípcia, chinesa, indiana, etc.) sobre os fenômenos da natureza e do funcionamento do mundo. Com esse processo, seria possível evidenciar a evolução do pensar e do fazer ciência como algo em constante desenvolvimento, inacabado, imperfeito e mais humano. Gera-se disso, também, uma oportunidade para que o facilitador da aprendizagem possa ressaltar a importância de um continuar aprender a maneira de aprender; de não se prender, mas, de se permitir estender a uma busca por um outro novo saber.

Outra interlocução entre os autores, pensada para essa disciplina histórica e possível de ser extensível para outras de cunho didático (e.g., visando o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais diversificadas e plurais), envolveria o aproximar da relação “eu-tu”, isto é, do facilitador e do estudante em um ambiente

aberto e receptivo as inserções e discussões de suas culturas, crenças e concepções – isto na perspectiva de um relativismo democrático, que outorga a todo e qualquer indivíduo o direito de opinar e de participar. Saberes esses locais e individuais de cada ser; experienciados, que devem ser considerados e (re)avaliados. Portanto, não se torna pertinente indagar quais são os conhecimentos, além do científico, que devem constituir a formação do professor? Quanto a isso, não cabe uma lista de saberes comumente imposta como resposta. As pessoas, as condições de aprendizagem, os seus objetivos, os objetivos das instituições, o lugar no qual se localizam, o tempo de preparação e de execução das aulas e o conteúdo programático de cada disciplina são variados. Deve-se buscar conhecer a realidade local para se estruturar um espaço e um contrato plausível de ser efetivado por ambos os lados, tanto pelo facilitador quanto pelo aluno.

Isto acentua o fato de que as interseções entre aspectos do referencial educacional de Rogers e do epistemológico de Feyerabend são praticáveis em condições factuais de Universidades. Trata-se, portanto, de uma alternativa que “poderia adaptar-se, sem maiores dificuldades, ao ensino da física, numa faculdade de normas extremamente rígidas [...]” (ROGERS, 1978, p. 65) que, em maior parte, apresenta saberes sobre a ciência como um conjunto fixo de conhecimentos estruturados à margem do contexto histórico e sócio-econômico-cultural. É preciso ressaltar, todavia, que a ideia se constitui em um iniciar de pequenas inserções em disciplinas de cunho histórico e/ou epistemológico, presentes em cursos de licenciatura da área da física, que possam promover, quando possível, discussões sobre saberes locais e não necessária ou exclusivamente ocidentais. Não se trata, portanto, de uma revolução imediata e radical no âmbito educacional. Não há abandono dos padrões acadêmicos ou do rigor universitário. Não há descaso para com os saberes postos. O que se frisa é a necessidade de encontros. Cenários nos quais “esbarros propositais” possam contribuir para ressaltar a relevância de se aprender sobre o que caracteriza a ciência como um empreendimento humano por meio das relações entre variados sujeitos.

Por que, então, não extrapolar as fronteiras ou irromper barreiras quando, na perspectiva de uma disciplina de cunho histórico e na possibilidade do uso de um relativismo prático, muito se pode aprender com distintas culturas? Por que privar conhecimentos de dialogar e se comunicar com outros? Por que coroar um único campo? São questões a inquietar para alvoroçar. É inegável a relevância da ciência para os “[...] membro[s] da tribo de intelectuais ocidentais [...]” (FEYERABEND, 2010, p. 91) no que tange ao propiciar de explicações mais plausíveis e para além das formas antigas e rígidas de pensamento. Porém, não se compreende ou se discute a importância que tem para povos que não fazem parte dessa tradição – que nega, por vezes, o caráter racional de todas as formas de conhecimentos que não se regulam pelos seus princípios epistemológicos e pelas suas práticas metodológicas. Isto, aliás, é o que ocorre no âmbito educacional. “A escola sempre foi vista como um dos meios pelos quais a cultura transmite seus valores de uma geração para a outra” (ROGERS, 1983, p. 255) e essa “[...] cultura [...], em todos os seus aspectos, parece cada vez mais científica [...]” (ROGERS, 1983, p. 256).

Vale realçar que o que se está a defender não é, em absoluto, a substituição ou a exclusão da ciência nos mais diversos níveis de ensino. O que se discute é a sua permanência e a possibilidade de fazê-la coexistir com outros modos de viver e de pensar, já que em “[...] uma sociedade pluralista como a nossa, uma opção humanística seria oferecer oportunidade de sobreviver” (ROGERS, 1983, p. 250). É,

portanto, trazer a potencialidade desses outros campos para que se possa ressaltar as limitações do conhecimento científico ao invés de serem obliteradas, em vista de uma constante busca de fazer crescer o saber. Nessa perspectiva, é importante que o professor em formação compreenda os conceitos científicos sem, contudo, tê-los como inexoravelmente verdadeiros em suas vidas, uma vez que todo conhecimento é incerto e provisório; “[...] apenas o processo de busca de conhecimento fornece uma base para a segurança” (ROGERS, 1983, p. 120).

Em conformidade com a discussão, Feyrerabend (1977, p. 465) atenta para o fato de que o estudante em formação pode estudar “[...] as ideologias mais importantes em termos de fenômenos históricos [...]” e, ao fazer isso, pode entender “[...] a ciência como [um] fenômeno histórico e não como o único e sensato meio de enfrentar um problema”. Uma forma de se tecer aproximações a isso no ensino é considerar, dentro das disciplinas de cunho histórico e/ou didático sugeridas, tanto o conhecimento local quanto o ocidental, ponderando as limitações e perspectivas de cada um para pensar o que melhor se adequa aos costumes das comunidades que estão em processo de interlocução cultural.

Por isso, o que se debate aqui não deve ser interpretado como um esboço “[...] de uma nova ordem social que deve ser imposta às pessoas [...] com a ajuda da educação [...] e de slogans melosos (tais como ‘a verdade irá libertá-los’) [...]” (FEYERABEND, 2010, p. 364-365) ou “Brasil acima de tudo, Deus acima de todos”¹. Isto porque o regime político brasileiro, de acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, se consolida como ideal democrático na operacionalidade da governabilidade. Porém, quando se indaga “[...] quem pode falar e quem deve permanecer calado? Quem tem conhecimento e quem é apenas obstinado?” (FEYERABEND, 2010, p. 365-366); uma resposta se sobressalta e toma a forma de uma organização piramidal “[...] com um líder no topo, que controla seus subordinados que por sua vez controlam os que estão mais abaixo” (ROGERS, 1983 p. 245).

Portanto, é de suma importância a participação dos estudantes nas aulas para que possam ser encorajados a apresentar suas visões sobre as temáticas em debate; respeitando-as e não as ridicularizando perante o saber especializado. É isso que Feyrerabend defende no relativismo democrático – a causa de que “[...] todos têm o direito de dizer: olhem aqui, eu também sou humano; eu também tenho ideias, sonhos, sentimentos e desejos [...]” (FEYERABEND, 2010, p. 365-366). O movimento contrário ao cientificismo (anticientificismo), por exemplo, poderia ter ganho discussões e destaque em escalas menores se uma postura mais solidária, compreensiva e, sobretudo, humana por parte de “acadêmicos”, “sábios”, “peritos” e “experts” tivesse perseverado e se diálogos fossem possibilitados. “Devemos, pois, conservar-nos abertos para as opções, sem restringi-las de antemão” (FEYERABEND, 1977, p. 22). Ademais, a própria questão de não se discutir, por vezes, na formação do professor de física questões *sobre* e *da* ciência – não destacando sua “essência humana” –, também, pode ter se tornado um contribuinte para o alargamento do movimento supracitado.

Para o desenvolvimento de um ambiente receptivo no qual tais ações possam ser efetivadas, pondera-se sobre o necessitar de algumas condições para a

¹ *Slogan* da campanha que elegeu Jair Messias Bolsonaro em 2018 para presidente do Brasil; um país laico.

facilitação da aprendizagem que podem contribuir para o formar de um cidadão mais crítico, transigente, abrangente e interveniente na sociedade. A exemplo, destacam-se: a (i) aceitação incondicional de valorizar aquele que aprende, seus sentimentos, suas opiniões, sua pessoa; (ii) a empatia de se por no lugar do outro; e a (iii) congruência de se construir uma interação honesta e transparente entre o aluno e o facilitador (ROGERS, 1978). Deve-se, portanto, deixar o aluno expressar, socializar, confrontar, deliberar, argumentar e comunicar seus próprios saberes da maneira que melhor lhe couber fazer, já que cada indivíduo reage e responde ao mundo com base em percepções e experiências distintas. Portanto, não “[...] nos justifiquemos com a presunção de que somos uns sábios, em relação ao futuro, ao passo que os jovens são uns tolos” (ROGERS, 1978, p. 110), pois o aluno, de modo análogo, não é um “copo” e o professor não é um “jarro” (ROGERS, 1978).

Torna-se válido salientar que essas colocações não excluem o papel do professor nem fundamentam sua substituição no campo da educação por outros profissionais, os quais têm como intuito assegurar que alunos “absorvam” um particular e comum conjunto de concepções consideradas essenciais para o molde e a sobrevivência em uma sociedade não tolerante ao diferente. Feyerabend (2010, p. 365) descreve sentir “[...] desprezo [pelos] os chamados professores que tentam despertar o apetite de seus alunos até que [...] chafurdam na verdade como porcos na lama [...]”. Rogers, complementarmente, relata que se há uma verdade a se considerar é a de que o ser humano é um ser mutável em um ambiente variável e que, por conta disso, o professor deve auxiliar seus alunos “[...] a aprender[em] a maneira de aprender” (ROGERS, 1983, p. 1). Portanto, o facilitador não se torna marginalizado ou colocado fora de cena, ele continua existindo e contribuindo para a aprendizagem do aluno mesmo que não seja o protagonista da obra.

Destaca-se, então, que há diversos modos de facilitar a aprendizagem, de aprender e de produzir conhecimento. Um viés histórico-filosófico e humanístico é uma escolha, dentre muitas outras. O ponderar sobre um entendimento acerca da construção e da comunicação de saberes que estejam em consonância com uma prática pedagógica e científica que valorize a imaginação, a criação, as diferenças, as divergências, as pluralidades, as variedades, os questionamentos, os argumentos, etc., possibilita uma maneira de reviver uma educação e uma ciência mais humana e multifacetada. A inserção da interlocução de aspectos das abordagens educacional de Rogers e epistemológica de Feyerabend em disciplinas voltadas a história da ciência e/ou a *práxis* pedagógica de professores em cursos de licenciatura da área da física contribuem para as discussões esboçadas e podem ser pensadas para outros cenários da educação científica. Propostas mais concretas, pautadas na sugestiva ideia e nas condições locais e reais de realização, podem ser aprofundadas e efetivadas.

Referências

- CAMPOS, R. F. Ética Contemporânea: os anos 60 e o projeto de psicologia humanista. **Epistemo-somática**, v. 3, n.02, p.242-260. 2006.
- DAMASIO, F; PEDUZZI, L. O. Q. Considerações sobre a alcunha atribuída a Paul Feyerabend de “pior inimigo da ciência” e suas implicações para o ensino de ciências. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, v. 10, n. 1, p. 329-351. 2017.
<http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p329>.

BRANCO, P. C. C.; CIRINO, S. D. Circulação de artigos brasileiros sobre Carl Rogers: ascensão, renascimento ou declínio?. **Revista Subjetividades**, v. 17, n. 2, p.1-11. 2017. <http://dx.doi.org/10.5020/23590777.rs.v17i2.5789>.

FEYERABEND, P. K. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

_____. **Contra o Método**. Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora S.A., 1977.

_____. **Knowledge, science, and relativism**: philosophical papers. John Preston (ed.), Vol 3. United Kingdom: Cambridge University Press, 1999.

FORATO, T. C. de M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. de A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p.27-59. 2011. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27>.

KIRSCHENBAUM, H.; JOURDAN, A. The current status of Carl Rogers and the person-centered approach. **Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training**, v. 42, n. 1, p.37-51. 2005. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-3204.42.1.37>.

MCBRIDE, B. B.; BREWER, C. A.; BRICKER, M.; MACHURA, M. Training the next generation of renaissance scientists: the GK-12 ecologists, educators, and schools program at the University of Montana. **Bioscience**, v. 61, n. 6, p.466-476. 2011. <http://dx.doi.org/10.1525/bio.2011.61.6.9>.

ROGERS, C. R. **Freedom to learn for the 80's**. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company, 1983.

_____. **Liberdade para aprender**: uma visão sobre o que a educação pode ser. Belo Horizonte: Interlivros, 1978.

SILVA, A. S. S. **A (In)visibilidade de Paul Feyerabend nas publicações sobre o Ensino de Ciências no Brasil**. 2016. 96f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás. Goiás 2016.

SOBREIRA, M. do C.; TASSIGNY, M. M.; BIZARRIA, F. P. de A.. O “ser” e o “fazer” docente no ensino superior na perspectiva do legado de Carl Rogers. **Educação, Ciência e Cultura**, v. 21, n. 1, p.117-127. 2016. <http://dx.doi.org/10.18316/2236-6377.16.27>.

RolePlay Game no Ensino de Física: Explorando a evolução do conceito de Inércia através da imaginação e interpretação.

RolePlay Game in Physics Education: Exploring the evolution of the concept of Inertia through imagination and interpretation.

Miguel Centurion¹, Gilmar Praxedes²

¹Escola Estadual Marechal Rondon – MS / Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Matemática, omixx@hotmail.com

²Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – MS / Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Matemática, gpraxisd@gmail.com

Resumo

Nas últimas décadas têm havido um acentuado esforço de inovação didático-pedagógica visando superar as limitações das metodologias tradicionalmente cristalizadas no ensino de ciências. Dentre essas iniciativas, há uma parcela significativa que se utiliza das reflexões desenvolvidas pela História e Filosofia da Ciência, e as que buscam construir ferramentas e abordagens a partir de práticas lúdicas de ensino. Este trabalho se utiliza das contribuições da História e Filosofia da Ciência em uma sequência didática que se estrutura em um jogo de RPG Pedagógico. Nesta atividade os estudantes desenvolvem uma aventura com elementos de História e Filosofia da Ciência relacionada à evolução do conceito de Inércia, potencializando assim, a aprendizagem deste conceito e o desenvolvimento de uma melhor compreensão de alguns aspectos da natureza da ciência. A proposta foi desenvolvida com 27 estudantes de duas escolas públicas da rede estadual de Mato Grosso do Sul. Os resultados indicam que houve progressos na compreensão dos estudantes sobre o conceito de inércia e um amadurecimento na visão sobre a natureza da ciência.

Palavras-chave: RPG Pedagógico, Ensino, Física, Epistemologia.

Abstract

In the last decades there has been a strong effort of didactic-pedagogical innovation aimed at overcoming the limitations of methodologies traditionally crystallized in science teaching. Among these initiatives, there is a significant portion that uses the reflections developed by the History and Philosophy of Science, and those that seek to build tools and approaches based on playful teaching practices. This work uses the contributions of History and Philosophy of Science in a didactic sequence that is structured in a Pedagogical RPG game. In this activity students develop an adventure with elements of History and Philosophy of Science related to the evolution of the concept of Inertia, thus enhancing the learning of this concept and the development of a better understanding of some aspects of the nature of science. The proposal was developed with 27 students from two public schools in the state of Mato Grosso do Sul. The results indicate that progress has been made in students' understanding of the concept of inertia and a maturation in the view on the nature of science.

Keywords: Pedagogical RPG, Physics Teaching, History and Philosophy of Science.

INTRODUÇÃO

Entre os estudantes de ensino médio, é comum a Física ser apontada como a disciplina que apresenta as maiores dificuldades de compreensão. As pesquisas da área e os depoimentos dos professores desta disciplina corroboram a percepção destes estudantes (CARVALHO, 2010). Em grande parte este cenário é devido à forma como o ensino de física é desenvolvido na educação básica e na educação superior, não sendo recentes as críticas a esta forma de ensinar (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Ao longo das décadas de 1990, 2000 e 2010, as pesquisas e discussões acerca das modificações necessárias aos processos de ensino de ciências vêm propondo novas abordagens e estratégias, que valorizando e estimulando a curiosidade do estudante, buscam torná-lo sujeito ativo do processo de construção do seu próprio conhecimento. Nessas abordagens o professor atua como um mediador entre este estudante-protagonista e o conhecimento científico (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANMBUCO, 2011).

Não são recentes as discussões sobre a necessidade de pensar e desenvolver em sala um ensino que produza cidadãos capazes de trabalhar, viver e intervir no ambiente em que se encontram; sendo possível encontrar essas orientações educacionais desde o início do século XX (CARVALHO, 2010).

Nesta perspectiva, este trabalho propõe e analisa uma sequência didática que utiliza o RPG para o aprendizado do conceito de Inércia, visando superar as limitações das abordagens tradicionalmente utilizadas no ensino de Física. Esta sequência alia os resultados fornecidos pela Didática das Ciências com as orientações da História e Filosofia da Ciência, de modo a fornecer ao estudante condições de construir uma visão mais adequada da ciência e do trabalho científico.

RPG e Ensino de Ciências

O *RolePlaying Game*, em português: “jogo de interpretação de papéis” ou jogo de “representação”, é uma criação de Gary Gygax e Dave Arneson, inspirado em jogos de guerra e nas obras de J.R.R. Tolkien, na década de 70. Hoje é possível encontrar uma extensa gama de modalidades de jogos que derivam do RPG, desde os populares MMORPG (*Massive Multiplayer Online Role Playing Game*), *card-games* e até os livros-jogos. A característica mais marcante do RPG é que o desenvolvimento do jogo/história está vinculado às escolhas dos jogadores, permitindo múltiplas situações e até finais diferentes para uma mesma história inicial (VIEIRA, 2012).

Em resumo, o RPG é um jogo de imaginação, no qual um grupo de jogadores participa. Alguns interpretam um conjunto de personagens, enquanto um jogador atua como o mestre. Ao longo do jogo os personagens constroem uma história em parceria com o mestre. Enquanto os jogadores desenvolvem a história, através do desempenho de seus personagens protagonistas, cabe ao mestre elaborar suas nuances, desafios e tramas; narrar acontecimentos e cenários que envolvem os personagens protagonistas e interpretar os demais personagens que interagem com eles - os chamados de Personagens do Mestre, ou non-player

character (NPC). A história é construída ao longo de encontros periódicos, denominados sessões, constituídos de diversas situações problemas, interações com o ambiente e com os NPC's. O enredo de um jogo de RPG pode desenrolar-se em diversas ambientações, desde cenários de Fantasia-Medieval, como nas obras de George R. R. Martin e J. R. R. Tolkien; em futuros distópicos, como nas obras de Issac Asimov ou cenários contemporâneos em uma realidade semelhante a nossa, com os mesmos fenômenos naturais, sociais, econômicos e culturais. A fronteira final para um jogo de RPG é delimitada apenas pela imaginação de seus participantes e pelo conjunto de regras utilizado (AMARAL, 2011).

Pesquisas e propostas que utilizam o RPG como ferramenta didática - o RPG Pedagógico - são encontradas nos mais diversos campos de ensino. Elas foram desenvolvidas inicialmente no ensino de história, literatura e artes. Posteriormente as propostas de uso do RPG passaram a ser desenvolvidas também no ensino de ciências, resultando em trabalhos publicados em eventos (NASCIMENTO, 2005; CASTRO, 2009; SANTOS et. al., 2011; FILHO, et al., 2017), e periódicos (SAMAGAIA; PEDUZZI, 2004; AMARAL, 2011), além de teses e dissertações.

História e Filosofia da Ciência no ensino – Conceito de Inércia

Dentre as várias possibilidades de fundamentação teórica e elementos metodológicos com possibilidade de aproximar a visão do estudante sobre ciências, de uma ideia mais adequada, utilizaremos neste trabalho a história e filosofia das ciências. Este campo, já amplamente estudado e discutido, tem como objetivos consensuais entre seus pesquisadores a possibilidade de tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas, melhorar a formação do professor, humanizar as ciências, permitir uma visão mais ampliada dos conceitos, dos problemas, e de suas soluções, entre outros (NARDI, 2007).

Uma das características dos trabalhos didáticos construídos utilizando da história e filosofia da ciência é que estes não somente permitem a compreensão dos conceitos explorados no corpo teórico da ciência, mas também possibilitam a compreensão sobre elementos da própria natureza da ciência, aonde ocorre o rompimento com visões inadequadas do processo de investigação científica (ROBILLOTA, 1988). Assim, ao professor de ciências contemporâneo, não basta apenas saber e ensinar ciências, mas também saber e ensinar sobre ciências. Este ferramental se demonstra potencialmente poderoso, pois o professor poderá planejar e executar com mais clareza atividades que permitam uma aproximação do estudante com os objetivos almejados no início deste capítulo (MARTINS, 2009).

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado com seis grupos de estudantes de duas escolas da rede estadual de ensino de Mato Grosso do Sul, localizadas na cidade de Nova Andradina, com turmas de 1º, 2º e 3º ano do ensino médio, nos anos de 2018 e 2019. Em uma aplicação piloto participaram 12 estudantes e na aplicação final participaram 15. A análise dos dados concentrou-se nesta última etapa.

As atividades ocorreram no contra período das aulas regulares, com alunos convidados e voluntários. Os alunos foram organizados em pequenos grupos de 4 a

6 componentes, conforme a etapa de escolarização e o período da aplicação da sequência didática.

A pesquisa teve como objetivo geral contribuir com o esforço de inovação pedagógica nas aulas de Física, mediante o uso do RPG pedagógico como ferramenta de reflexão e apreensão do conhecimento científico. E, como objetivos específicos: verificar a aprendizagem dos estudantes sobre o conceito de inércia; avaliar participação e envolvimento dos estudantes no desenvolvimento da atividade; avaliar a recepção crítica dos estudantes ao caráter inovador e lúdico da proposta; analisar as potencialidades do uso do RPG pedagógico associado a episódios históricos e reflexões sobre a natureza da ciência.

Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados: um questionário escrito e uma entrevista semiestruturada no início do processo, além das anotações do pesquisador em seu caderno de campo e registro das falas dos estudantes durante toda a aplicação da sequência didática. A análise dos dados contemplou as respostas ao questionário, a entrevista e as falas mais significativas dos estudantes, ao longo da aplicação da sequência didática, principalmente em momentos de verificação-chave – as situações-problema da aventura de RPG Pedagógico.

Planejamento e Implementação da Sequência Didática

A sequência didática está estruturada em três etapas, denominadas cenas; cada uma delas com finalidades específicas e articuladas entre si, compondo a narrativa do jogo de RPG. Em cada cena aparece uma questão geral que precisa ser solucionada pelos jogadores.

Na cena inicial os jogadores se defrontam com a questão chave de toda a aventura: o rascunho original de uma obra de arte valiosa foi furtado de uma instalação segura e deveria ser recuperado, e assim estes foram imersos no mundo narrativo. Ao final desta cena, o professor pesquisador identificou as concepções prévias dos estudantes sobre a natureza do movimento. Na cena seguinte os personagens avançam na narrativa em busca de encontrar o artefato e exploram as explicações aristotélicas sobre o movimento local, e as críticas e explicações dos filósofos medievais. Na etapa final os alunos são colocados em situações-problema, cuja resolução exige o uso das reflexões realizadas na etapa anterior; neste processo as concepções prévias dos alunos são postas em xeque, o que lhes permite refletir acerca de seus limites e das potencialidades do novo conhecimento veiculado pelo professor.

Ao longo da aventura, os estudantes terão contato com conhecimentos do campo da Arte, Filosofia, História, temas transversais como Ciência, Tecnologia, Sociedade, sendo o elemento principal a evolução do conceito de inércia.

ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente analisamos os dados provenientes do questionário; o primeiro conjunto de dados refere-se à identificação da visão dos estudantes sobre o conceito de inércia. Na questão inicial foi solicitada aos estudantes que, desconsiderando a resistência do ar, desenhassem a trajetória de um pacote solto de um avião em movimento retilíneo uniforme a uma grande altitude. Foram obtidos dois padrões de resposta: o primeiro aparece em quase todas - uma sequência de quadros apresenta o avião avançando para a direita, enquanto, o pacote solto no

primeiro quadro, apresenta apenas um movimento de queda livre (Fig.1). Assim, podemos perceber que os estudantes desconsideraram o movimento inercial do pacote quando este é solto do avião.

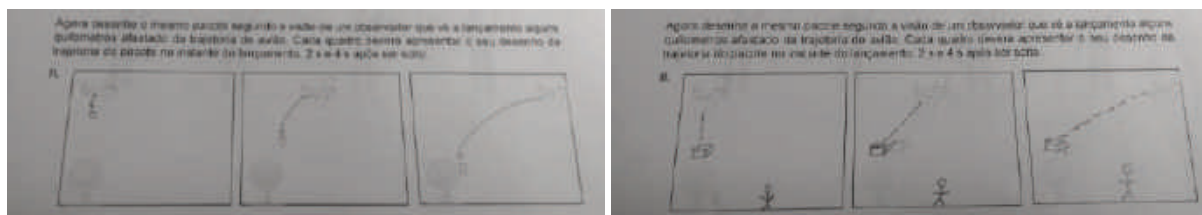


Figura 1 – primeiro padrão - desconsiderando o movimento inercial (Fonte: dados da pesquisa)

No segundo padrão, os desenhos já se aproximam da representação correta do movimento do pacote – a combinação de um movimento em queda livre, com um movimento inercial na horizontal. Percebe-se nos dois desenhos que os estudantes representaram a caixa se movendo em queda livre na vertical, enquanto mantém o movimento que possuía na horizontal, antes de ser solta (Fig.2). Assim, podemos encontrar indícios que estes estudantes consideram a característica inercial do movimento.

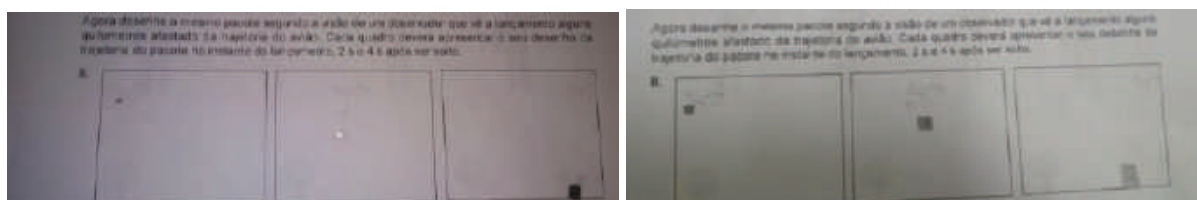


Figura 2 – Segundo padrão - apontando o movimento inercial (Fonte: dados da pesquisa)

Entretanto, este padrão apareceu em uma quantidade muito pequena de desenhos. Dentre os 15 estudantes que participaram da segunda etapa apenas dois apresentaram uma compreensão adequada do movimento inercial. Houve um caso em que não foi possível, através do desenho, identificar a compreensão do estudante sobre o movimento do pacote.

Na questão seguinte foram apresentados três quadros representando situações distintas de movimento. No primeiro, o objeto é solto em queda livre, a partir do repouso; no segundo, o objeto é lançado verticalmente para cima, e no terceiro, o objeto é lançado obliquamente. Em cada quadro, é mostrado o objeto em posições diferentes de sua trajetória. Os alunos então são solicitados a desenhar as forças que atuam sobre o objeto em cada uma dessas posições. Os resultados obtidos apresentam um padrão no qual as forças são desenhadas de modo a acompanhar a trajetória do objeto (Fig.3), cessando no momento em que ele toca o solo.

Na análise das entrevistas, que contemplaram questões relativas à dinâmica do movimento e esclarecimentos sobre os desenhos feitos no questionário. Constatou-se nas falas dos estudantes, uma compreensão equivocada acerca da relação entre força e movimento, fenômeno já identificado em pesquisas anteriores Zylberstajn (1983), Villani (1985). Este padrão de fala, associado aos desenhos feitos no questionário, revela que os estudantes construíram explicações espontâneas com traços que nos remetem àqueles modelos historicamente superados - a antiperístase, a força impressa e o impetus (ZYLBERSTAJN, 1983). Em parte, tal semelhança se deve ao fato de os modelos desenvolvidos pelos

filósofos aristotélicos e medievais estarem fortemente apoiados na experiência sensível.

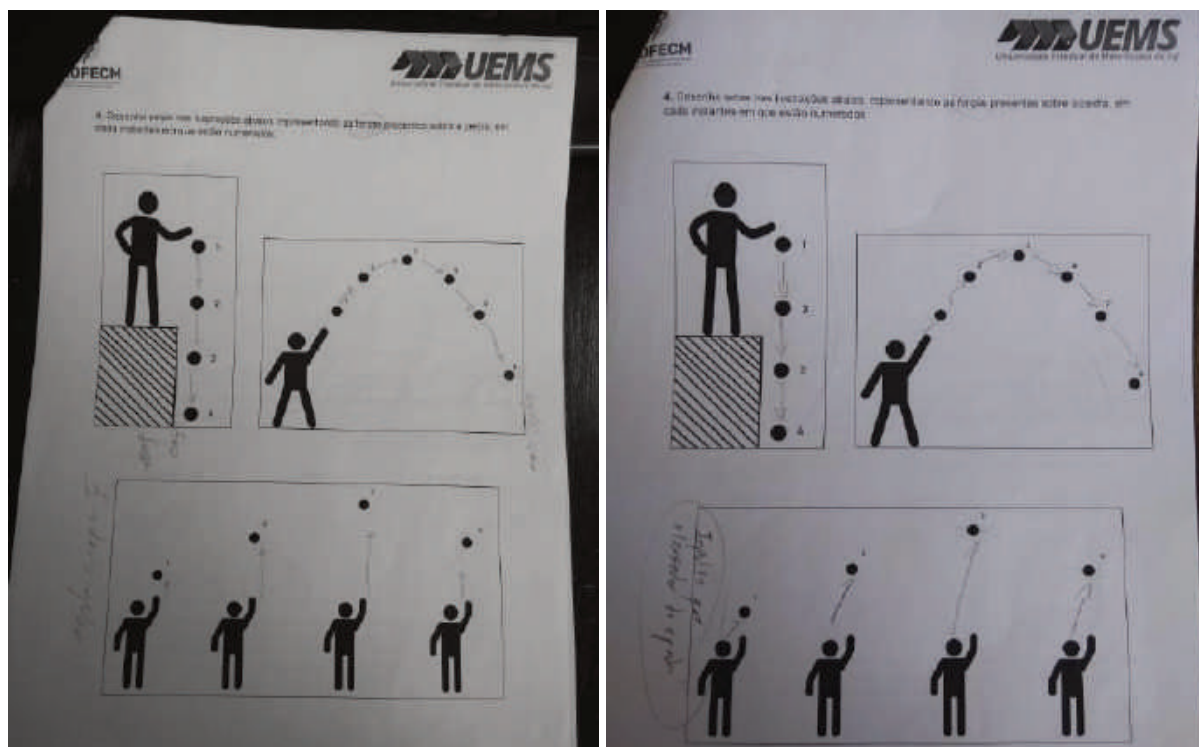


Figura 3 – Questão sobre movimento do projétil (Fonte: dados da pesquisa)

A entrevista também contemplou algumas questões relativas à natureza da ciência. Nas falas dos estudantes, foi possível constatar que para eles a ciência é produzida de forma linear e constante, por meio de pesquisa algorítmica, dogmática e imutável. Poucas vezes a ciência foi lembrada como produção humana.

Análise sobre a aprendizagem de conceito de inércia ao longo da sequência

A análise da apreensão do conceito de inércia se deu principalmente a partir do desempenho dos estudantes na terceira cena do jogo, onde apareceram as situações-problema que desafiaram os estudantes a questionar suas concepções espontâneas. Os resultados obtidos apontaram um relativo avanço na compreensão dos estudantes. Entretanto, percebeu-se no processo de resolução de algumas situações uma forte tendência de retorno às suas antigas concepções espontâneas..

Em alguns casos, foi percebida uma apreensão plenamente satisfatória do movimento inercial. Dentre os 13 participantes que concluíram a sequência na segunda etapa, três apresentaram uma apreensão plenamente satisfatória; oito tiveram uma apreensão razoável, demonstrando um leve relativismo durante as explicações, recorrendo ora à compreensão inercial, ora ao seu modelo espontâneo; e dois recorreram única e exclusivamente a explicações próximas ao impetus medieval. Assim, percebemos uma evolução conceitual em 11 dos participantes, enquanto que em dois não houve impactos aparentes exercidos pela sequência.

A partir dos registros do caderno de campo do pesquisador, foi realizada a análise da presença dos participantes. Podemos destacar que na aplicação piloto obteve-se a presença dos 12 participantes em todos os encontros. Na segunda

etapa dois estudantes desistiram, e dos remanescentes que concluíram as atividades, três se ausentaram de pelo menos um encontro. A partir destes dados, podemos constatar que a proposta evidenciou uma forte capacidade atrativa, apesar da quantidade de ausências e desistências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados revelou compreensões dos estudantes sobre a natureza inercial do movimento, que não coincidem com o conhecimento científico vigente, mesmo entre aqueles que já passaram pela etapa da educação básica que estuda a Inércia. Tal elemento reforça a necessidade de investir no esforço de inovação pedagógica. E os resultados obtidos ao final desta proposta, indica uma retenção significativa das ideias newtonianas por parte dos alunos.

No aspecto referente à participação dos estudantes, podemos apontar alguns elementos relevantes para o processo de transformação do RPG em uma ferramenta lúdica de ensino. Os jogos de RPG possuem um extenso histórico com pessoas que tinham problemas de socialização e que tiveram avanços nessas habilidades, inclusive nas propostas didáticas que utilizam desta modalidade lúdica (VIEIRA, 2012). Neste trabalho, também tivemos a identificação de uma situação desta natureza, aonde dois dos participantes selecionados eram descritos pelos demais professores como quietos ou apáticos em sala de aula. No início das aventuras propostas, eles pouco se manifestavam, sendo que a maior parte de suas falas e ações eram motivada pela ação do mestre. Entretanto, este cenário foi se modificando durante o desenvolver da aventura, culminando nas cenas finais com total interação destes dois estudantes com o ambiente, os NPC e as situações-problema que seus personagens enfrentaram.

Outro aspecto relevante é o potencial socializador do RPG enquanto ferramenta didática. Em alguns grupos de estudantes, os envolvidos eram de turmas distintas, sendo assim, apesar de estarem na mesma instituição de ensino e na mesma etapa da escolarização, estes pouco ou nunca haviam conversado entre si. Devido a esta situação, nos momentos iniciais, os estudantes pouco interagem seus personagens, cenário que também teve suas modificações, culminando num dialogo cada vez mais direto e fluido entre os envolvidos ao longo da sequencia. Este fato, já amplamente explorado na literatura, se deve ao fato de que atividades lúdicas possuem alto potencial de instaurar a afinidade entre os envolvidos, conforme salienta ROCHA (2014).

Referências

- AMARAL, R.R. O Role PlayGaming na sala de aula: uma maneira de desenvolver atividades diferentes simultaneamente. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências V.11, nº1, 2011
- CARVALHO, A.M.P. [et.all.] **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CASTRO, R. - **O USO DO ROLE PLAYING GAME (RPG) COMO ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.
- DELIZOICOV, Demétrio. **Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos** / Demétrio Delizoicov, José André Angoti, Marta Maria Pernambuco; colaboração Antônio

Fernando Gouvêa da Silva. - 4º Ed. - São Paulo, SP: Cortez, 2011 - (Coleção Docência em Formação/ coordenação: Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta)

FILHO, N. J. DE G. et al. **RPG um material potencialmente significativo para aprendizagem de conceitos em ciências.** . In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Santa Catarina: 2017

MARTINS, A. F. P. **Física ainda é Cultura.** Livraria da Física; Edição: 1ª (1 de janeiro de 2008)

NARDI, R. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes** São Paulo: Escrituras Editora, 2007

NASCIMENTO JÚNIOR, F. A. O papel do RPG no ensino de física. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005.

VIEIRA, M. **RPG & Educação: pensamentos soltos.** Curitiba: Ìthala, 2012.

VILLANI, A; PACCA, J.L.A. ; HOSOUME, Y. Concepção espontânea sobre movimento. Revista de ensino de Física vol. 07 nº 1 jun/1985

ROBILLOTA, M.R. **O CINZA, O BRANCO E O PRETO – DA RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DA FÍSICA** Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 5 (Número Especial): p. 7-22, jun. 1988.

SANTOS, Kevin Henrique Pires dos et al. **Role-Playing Game (RPG) como recurso ao ensino de eletricidade e magnetismo.** In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 2011

SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. **Uma experiência com o Projeto Manhattan no ensino fundamental.** Ciência & Educação (Bauru), v. 10, n. 2, p. 259–276, 2004.

ZYLBERSTAJN, A. 1988. A evolução das concepções sobre força e movimento. 1988

ZYLBERSZTAJN, A. Concepções espontâneas em Física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 3-16, 1983

CIÊNCIA NACIONAL E ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS

NATIONAL SCIENCE AND PHYSICS TEACHING: AN ANALYSIS OF PUBLICATIONS IN THE LAST TEN YEARS

Fabiano Fernandes de Oliveira¹, Andreia Guerra², Cristiano B. Moura³

¹ Colégio Pedro II / Departamento de Física / prof.fabianof@gmail.com

² CEFET – RJ / PPG Ciência, Tecnologia e Educação / andreia.guerra96@gmail.com

³ CEFET – RJ / PPG Ciência, Tecnologia e Educação / cristiano.moura@cefet-rj.br

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar como a Ciência Nacional é apresentada nas publicações mais recentes em trabalhos que tenham alguma relação com o Ensino de Física e tentar identificar tendências na área. Foi realizada uma busca nos últimos 10 anos visando publicações que trabalhassem de alguma forma a Ciência Nacional. Ao analisar os trabalhos encontrados buscou-se identificar se esses trabalhos utilizam algum tipo de abordagem histórica e quais questões eles buscam discutir. A partir da análise feita, algumas características foram percebidas, como por exemplo a tendência à utilização de episódios de Física Moderna e Contemporânea ao abordar temas da Ciência Nacional. Alguns dos trabalhos utilizam episódios históricos e outros fazem análise de material didático. Também foi perceptível que os trabalhos encontrados não fazem articulação entre a Ciência Nacional e as Práticas Científicas, indicando que a aproximação entre esses tópicos ainda é muito embrionária e pouco explorada, sendo um possível caminho a ser seguido para agregar novas discussões ao tema.

Palavras-chave: Ciência Nacional, Práticas Científicas, História da Ciência

Abstract

The present work aims to analyze how the National Science is presented in the most recent publications in works that have some relation with the Teaching of Physics and try to identify trends in the area. A search was carried out in the last 10 years aiming at publications that worked in some way with the National Science. In analyzing the works found, it was sought to identify whether these works use any type of historical approach and what issues they seek to discuss. From the analysis made, some characteristics were noticed, such as the tendency to use episodes of Modern and Contemporary Physics when addressing themes of National Science. Some of the works use historical episodes and others analyze educational material. It was also noticeable that the works found do not articulate between National science and Scientific Practices, indicating that the approach between these topics is still very embryonic and little explored, being a possible way to be followed to add new discussions to the theme.

Keywords: National Science, Scientific Practices, History of Science.

Introdução

Diversos autores (ALLCHIN, 2010; KHALICK; LEDERMAN, 2000; MATTHEWS, 1991; 1995; FORATO, 2011; BRAGA, GUERRA, REIS, 2012) defendem que um ensino de ciências com enfoque histórico-filosófico é capaz de contextualizar melhor os conteúdos e permitir aos estudantes uma compreensão mais ampla do papel da ciência na sociedade contemporânea.

Apesar destas defesas, a literatura da área (MARTINS, 2007; FORATO, 2009, 2011; HOTTËCKE, HENKE, 2014) aponta obstáculos para a implementação dessa abordagem, como: a falta de formação específica dos professores, a qualidade do conteúdo histórico nos livros textos, o risco do anacronismo e de pseudo-histórias, a cultura didática, a simplificação excessiva das narrativas históricas, dentre outros.

Reconhecemos as vantagens e dificuldades apontadas pela literatura e concordamos com autores (MOURA, GUERRA, 2016) sobre a importância de que as abordagens históricas em aulas de ciências criem espaços de discussão sobre o processo de construção das ciências, na perspectiva de formar cidadãos capazes de tomar decisões em relação a temas científicos que envolvam o bem público.

Nessa perspectiva, consideramos que a abordagem historiográfica da História Cultural da Ciência (HCC) se destaca como um caminho possível para proporcionar esse tipo de discussão em aulas de ciências (MOURA, GUERRA, 2016). Para a HCC, a ciência é uma construção histórica, cultural e local. Ao pensarmos numa abordagem pautada nessa perspectiva historiográfica teremos nossa atenção voltada para o estudo histórico das práticas científicas (MOURA, GUERRA, 2016; PIMENTEL, 2010).

Dentro dessa perspectiva, Galison (2008) destaca que o foco nas práticas científicas (PC) oferece a oportunidade de discutir certos conceitos e comportamentos sem que se faça busca pelo que é verdadeiramente científico ou meramente exterior à ciência. Dessa forma, a abordagem das práticas científicas se faz uma possibilidade de fugir da antiga dicotomia entre abordagem internalista x externalista.

É importante ressaltar que as PC não se limitam a práticas performáticas manuais, como manusear certos instrumentos, coletar dados experimentais, analisar dados em tabelas, etc. Nessa perspectiva, todas essas habilidades estão associadas aos fatores socioculturais da comunidade científica em que o episódio está inserido, como comunicação entre pares, relações interpessoais, etc (MOURA, GUERRA; 2016; DASTON, 2015; STROUPE, 2015).

O estudo histórico das PC na perspectiva da HCC tem como característica um forte olhar para o caráter local das atividades estudadas. A localidade das práticas é um fator importante e que permite a discussão das particularidades da ciência que está sendo abordada. Quando pensamos em alguma atividade científica, ela apresenta algumas práticas universais e outras que são mais locais, que estão atreladas a questões do lugar em que ela é desenvolvida.

Por exemplo, a ciência brasileira faz parte do cenário internacional, e compartilha de algumas práticas internacionalizadas, como o intercâmbio entre entidades científicas e cientistas de diversos países, certos procedimentos técnicos, publicação de trabalhos em congressos internacionais, dentre outras. Mas há uma

localidade tal que nos permite entender sua especificidade em relação à ciência desenvolvida em outros locais do mundo, como por exemplo, quais matérias primas são mais usadas para desenvolver certas tecnologias, quais temas são mais pesquisados em função de demandas da sociedade, quais são os principais financiadores das pesquisas, porque algumas áreas possuem mais financiamentos do que outras (LIVINGSTONE, 2003).

A comunidade científica brasileira tem sofrido nos últimos anos, em função das mudanças de políticas públicas, com cortes de verbas, mudanças bruscas nas áreas priorizadas e tipos de financiamento e descontinuidade de programas de incentivo à ciência. Apesar das manifestações dos cientistas, parece haver falta de apoio popular às causas da ciência.

Considerando as demandas históricas da população brasileira em relação à ciência (como por exemplo, o fato de termos um país gigantesco e que até hoje não tem saneamento básico universalizado), entendemos que mesmo que o anti-cientificismo não seja um fenômeno exclusivamente brasileiro, ele pode ter causas e consequências que dialogam profundamente com a realidade local.

Gandolfi (2018) argumenta que o uso constante de cientistas europeus na ciência escolar tem o risco de solidificar uma imagem da ciência como uma conquista exclusivamente europeia e que é fundamental proporcionar aos estudantes uma visão mais multicultural da ciência, apresentando o modo como outras culturas também desenvolvem conhecimento científico, a partir das suas próprias práticas científicas.

Tendo em vista o exposto acima, defendemos que abordar temas de ciência envolvendo cientistas brasileiros e produção de ciência nacional se faz importante em aulas de Física, pois ao discutirmos as PC da Ciência Nacional e suas especificidades, pode-se fazer com que os estudantes percebam as relações entre a Física e o contexto atual do Brasil em que ela é produzida, contexto esse no qual o próprio estudante está inserido.

Essas considerações levaram-nos a desenvolver uma pesquisa bibliográfica com vistas a responder à seguinte pergunta: Como a área da pesquisa em ensino de Física vem trabalhando questões relativas à Ciência Nacional em aulas de Física? Para isso foi feito um levantamento de trabalhos que envolvam a Ciência Nacional (CN), analisando quais pontos são destacados e discutidos por eles.

Metodologia

Na construção da pesquisa, consideramos o fato do tema ter uma origem multidisciplinar. Logo, não optamos por fazer uma busca sistematizada a partir da relação de alguns periódicos da área de Ensino de Física, pois percebemos numa primeira busca que nem sempre trabalhos que abordem a Ciência Nacional são publicados em revistas e eventos relacionados a essa área. Dessa forma, ampliamos o escopo dos periódicos e anais de congressos analisados, abarcando materiais publicados em áreas como História da Ciência e divulgação científica. Com vistas a encontrar esses materiais delimitamos a base de dados Scielo, como espaço para o encontro de dados da pesquisa.

Realizamos, então, uma busca inicial na referida base nos últimos 10 anos, procurando as seguintes palavras-chaves: “Ciência Nacional”, “Ciência Brasileira”,

“Cientista Brasileiro”, “Ciência no Brasil”. Com vistas a ampliar o escopo do material a ser analisado, examinamos para cada artigo encontrado na base Scielo a lista de referências citadas nos artigos encontrados.

A partir do cruzamento dos trabalhos encontrados na base Scielo com as referências citadas nesses trabalhos construímos nossa base de dados, incorporando artigos publicados em anais de congressos científicos.

Devido ao escopo deste trabalho, foi feito um direcionamento para analisar somente os artigos que explicitassem abordagem de Ciência Nacional no ensino de Física.

Após finalizadas as buscas, foram encontrados um total de 21 trabalhos que abordavam temas da Ciência Nacional, porém apenas 8 trabalhos se enquadraram nos critérios previamente determinados.

Os trabalhos encontrados e que estivessem dentro do recorte determinado foram então lidos integralmente e analisados, tendo sempre como objetivo identificar como as questões relativas à Ciência Nacional vem sendo exploradas.

Resultados e Análises

A partir dessa busca, foram encontrados 8 trabalhos dos quais 4 trabalhos completos apresentados em eventos da área de Ensino de Ciências e outros 4 publicados em periódicos.

Identificação	Ano de Publicação	Local de Publicação	Autores
Trabalho N°1	2010	ENPEC	Gurgel e Graciella Watanabe
Trabalho N°2	2011	Ciência em tela	Gurgel e Graciella Watanabe
Trabalho N°3	2013	ENPEC	Forato, Schmiedecke e dos Santos
Trabalho N°4	2013	ENPEC	Shiino, Graciella Watanabe, Rizzato e Gisele Watanabe-Caramello
Trabalho N°5	2014	Revista Brasileira de História da Ciência	Porto e Schmiedecke
Trabalho N°6	2016	Cultural Studies of Science Education	Gurgel, Watanabe e Pietrocola
Trabalho N°7	2017	SNEF	Pereira e Londero
Trabalho N°8	2019	Revista Ensaio	Pereira e Londero

TABELA 1: Relação de trabalhos encontrados

Nos trabalhos de N° 1, 2 e 6 os autores discutem o conceito de identidade cultural, analisando a percepção dos estudantes sobre qual o perfil identitário que uma pessoa deve ter para ser um cientista. As pesquisas avaliam que a identidade que eles atribuem a si mesmos geram uma incompatibilidade cultural entre a ciência (e o perfil identitário dos cientistas) e os estudantes, afastando esses estudantes da ciência, e, em particular, da Física.

Com vistas a tencionar a problemática da identidade cultural, nesses trabalhos os autores propõem uma sequência de atividades sobre tópicos de Física Moderna e Contemporânea a serem trabalhadas em aulas de Física. Uma das atividades proposta foi uma visita a um laboratório de Física. Os resultados apontam que a visita dos estudantes a um laboratório brasileiro de Física, possibilitou aos estudantes conhecer a ciência nacional na prática, fazendo-os perceber que o Brasil pode fazer ciência. Segundo os autores, isso poderia ajudar a criar uma identidade que superasse as barreiras relativas à identidade cultural.

No trabalho N°3 os autores apresentam argumentos para defender que discutir episódios da Ciência Nacional pode estimular os estudantes na escolha por carreiras científicas e que a História da Ciência é uma abordagem adequada para discutir esses episódios. Com base nisso apontam nove episódios históricos que podem ser explorados em sala de aula. Assim, destacam o estudo dos acordos nucleares como tema a ser explorado quando da abordagem do tema Energia Nuclear no ensino de Física. Como exemplo, os autores exploram o trabalho desenvolvido por Barão de Mauá e a construção das ferrovias no Brasil no século XIX quando do estudo da Termodinâmica, os trabalhos do padre Landell de Moura relativos à eletricidade e magnetismo, dentre outros.

O trabalho N°4 apresenta uma sequência de aulas que foram aplicadas para discutir Energia Nuclear, explicitando em alguns momentos a Ciência Nacional. O trabalho busca discutir questões sociais, políticas e ambientais que se relacionam com o tema. Nesse caminho o trabalho destaca a questão do financiamento público de pesquisas, apontando o acelerador brasileiro Pelletron e o LHC e detalhes da produção de energia como o aproveitamento da energia liberada, os riscos envolvidos nesse processo e a questão do lixo atômico.

O trabalho N°5 apresenta uma pesquisa realizada com licenciandos com o objetivo de analisar o conhecimento dos mesmos sobre a ciência produzida no Brasil, a partir da utilização de três vídeos nos moldes de reportagens e documentários produzidos por emissoras de televisão (dois produzidos por emissoras dos EUA e um produzido por uma emissora brasileira), sobre Física Nuclear. Esses vídeos abordavam questões sobre as Bombas Nucleares, o projeto Manhattan, a produção de energia nuclear e relacionam esses temas com o Brasil. A pesquisa concluiu que os licenciandos têm pouco conhecimento sobre os trabalhos da Ciência Nacional sobre o tema. Importante destacar que com esse trabalho os autores intentavam discutir questões relativas a aspectos de Natureza da Ciência (NdC) com os licenciandos, envolvendo os temas trabalhados nos vídeos. Mas ao analisarem as respostas ao questionário para verificar o olhar dos licenciandos sobre os vídeos, os autores perceberam que as questões relativas à NdC ficaram em segundo plano.

Os trabalhos N°7 e 8 analisam a presença de produção de Ciência Nacional em livros didáticos indicados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Os trabalhos mostram que alguns cientistas e instituições brasileiras aparecem nos livros analisados, mas a referência sempre ocorre de maneira coadjuvante e muitas vezes de maneira isolada do contexto.

A análise dos trabalhos destaca alguns pontos importantes: o primeiro deles é que existem poucos trabalhos discutindo questões relativas à CN voltadas para o seu uso no ensino de Física. Outro ponto importante é que os argumentos utilizados pelos autores para defender o uso da CN não apresentam referências a trabalhos

anteriores que focaram em CN e ensino de Física para defender seus argumentos, o que reforça que as pesquisas destinadas a essa temática são ainda incipientes e que a área de pesquisa encontra-se em construção e que carece de maior atenção.

Além disso, todos os trabalhos analisados abordam temas de Física Moderna e Contemporânea ao fazer discussões a respeito da CN, o que mostra que há uma tendência de que a CN seja discutida através desses tópicos. Podemos considerar que tal tendência refere-se ao fato de todos os trabalhos buscarem introduzir discussões a respeito da CN a partir de exemplos concretos de CN, ou seja, naqueles em que há evidência da participação de cientistas brasileiros ou empreendedores brasileiros no episódio discutido. A temática da FM se dá quando essa escolha por exemplos concretos ocorre porque com a institucionalização da ciência brasileira através do CNPq e CBPF no século XX houve intensificação da produção brasileira de Física, na qual pesquisas relativas a Energia Nuclear entre outras referentes à física moderna eram as que tinham financiamento (Andrade, 1999).

Os resultados apresentados levam-nos a defender que, ao olharmos para a história das ciências, o Brasil historicamente teve papel reduzido no desenvolvimento científico mundial, o que pode explicar o fato de os exemplos trabalhando CN no ensino de física serem recorrentemente relacionados a um período em que a ciência começou a se institucionalizar de forma mais orgânica no Brasil. Sendo assim, é possível ampliar o escopo de exemplos históricos a serem trabalhados em sala de aula de forma a problematizar a CN, se não focarmos exclusivamente em exemplos concretos de CN. Defendemos, portanto, que a CN pode ser problematizada a partir de uma perspectiva histórica que nos permita discutir a ciência como cultura e que discuta como um conjunto de atividades foi ao longo da história reconhecida como ciência, quem foram os atores sociais que participaram dessa construção e porque alguns desses atores permaneceram na condição de invisibilidade (NYHART, 2016).

A abordagem histórica baseada na HCC, ao focar o trabalho no estudo histórico das práticas científicas, permitirá ao professor discutir a importância da prática laboratorial para a construção da ciência, o papel dos técnicos para o sucesso de um experimento. Além disso, essa abordagem permite discutir que atores sociais visibilizados ao longo da história como produtores de ciência participaram de redes de comunicação entre os cientistas, o que os possibilitou conhecer os resultados de pesquisas consideradas relevantes e divulgar o trabalho desenvolvido (MOURA; GUERRA, 2016). Fora isso, o estudo histórico das práticas científicas possibilita discussões sobre o financiamento de pesquisas, os espaços em que a ciência foi produzida, a importância do local de formação de um cientista para a visibilidade de seu trabalho.

Enfim, a abordagem da HCC pode possibilitar aos estudantes, mais do que prover exemplos de sucesso da CN, perceber as dificuldades para que a produção científica de uma colônia como o Brasil fosse visibilizada e, ainda, as condições necessárias para que a produção científica brasileira tenha protagonismo.

Discussões Finais

A ausência de referências para a argumentação a favor do uso de Ciência Nacional corrobora para caracterizar na área uma carência de trabalhos que

consigam dar um melhor alicerce para as discussões que venham a surgir sobre o tema. Discussões essas que podem vir a ser tão frutíferas no sentido de despertar nos estudantes uma maior aproximação na escolha de carreiras científicas.

Reconhecemos a escolha de estudantes pela carreira científica como importante. No entanto, no cenário atual brasileiro, com cortes de verbas e falta de incentivo à ciência, torna-se fundamental pensar numa maior conscientização desses estudantes com relação a este panorama. É importante também problematizar a questão da localidade da ciência desenvolvida no Brasil (por exemplo, a falta de hegemonia em certas áreas, as matérias primas utilizadas em certas pesquisas), em relação à ciência em países mais desenvolvidos, como, por exemplo, os EUA, China, França, Alemanha, entre outros.

Apesar de alguns trabalhos encontrados já se utilizarem de episódios históricos, a abordagem histórica utilizada pauta-se em exemplos da CN no sentido de afirmar o Brasil como produtor de conhecimento científico em escala mundial. Conforme buscamos apontar, há um limite histórico para esse tipo de abordagem, visto que o Brasil, na condição de colônia, esteve muito tempo à margem da produção científica mundial, em uma primeira análise. Apontamos que uma possibilidade de ampliar essa discussão se daria através do estudo histórico das Práticas Científicas, que com uma perspectiva ampliada de produção científica e um olhar sensível aos apagamentos ocorridos na história poderia ajudar na discussão da CN em uma perspectiva mais ampla.

Considerando, portanto, que, conforme a revisão demonstrou, o campo de estudos sobre a CN ainda é incipiente, defendemos que a abordagem da CN através da HCC no sentido aqui explorado pode gerar bons frutos ao preencher uma lacuna no Ensino de Física, gerando debates que possam complexificar e enriquecer as aulas de Física da Educação Básica, potencialmente tornando os estudantes mais conscientes sobre o funcionamento da ciência e da realidade atual do Brasil.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. "The influence of history of science courses on students views of nature of science". *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.

ALLCHIN, D. "Evaluating Knowledge of the Nature of (whole) Science", *Science Studies and science education*, 2010.

ANDRADE, Ana M. R., *Físicos, mésons e política: A Dinâmica da ciência na sociedade*. São Paulo. 1999. Editora Hucitec.

BRAGA, M ;GUERRA, A ; REIS, J.C . "The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate Between Biot and Ampère". *Science & Education*, v. 21, p. 921-934, 2012.

DASTON, L. *History of Science without Structure*. In. *Kuhn's Structure of Scientific Revolutions at Fifty: Reflections on a Science Classic*. p. 115-132. 2015

FORATO, T. *A Natureza da Ciência como saber escolar: um estudo de caso à partir da história da luz*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Educação. 2009.

FORATO, T.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. “Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, p. 27-59, 2011.

GANDOLFI, Haira Emanuela. *Different People in Different Places*. *Science & Education*, v. 27, p. 259-297, 2018.

GALISON, P. Ten problems in History and philosophy of science. *History of science Society*. P 111-124. Vol.99 n 1. 2008.

GURGEL, I.; PIETROCOLA, M.; WATANABE, G. The role of cultural identity as a learning factor in physics: a discussion through the role of science in Brazil. *CULTURAL STUDIES OF SCIENCE EDUCATION*, v. 11, p. 349-370, 2016.

HÖTTECKE, D.; HENKE, A. Physics Teachers’ Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching. *Science & Education*, v.24, pp 349–385. 2015

LIVINGSTONE, D.N. *Putting Science in its place*. 2003. The University of Chicago Press

MARTINS, A. F. P. “História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho...” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, pp. 112-131, 2007.

MATTHEWS, Michael R. “Um Lugar para la História y la Filosofía em la Enseñanza de las Ciéncias.” *Comunicación, Lenguaje y Educación*. v. 11-12, pp. 141-155, 1991.

MATTHEWS, Michael R. “História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação.” *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, pp. 164-214, Dez 1995.

MOURA, C; GUERRA, A . *História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências?*. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, p. 725-748, 2016.

NYHART, L. K. *Historiography of the History of Science*. 2016 In: *A Companion to the History of Science*, First Edition. Edited by Bernard Lightman.

PIMENTEL, J. ¿Qué es la historia cultural de la ciencia? *Arbor*, v. 186, n. 743, p. 417–424, 2010.

SANTOS, E. ; SCHMIEDECKE, W. ; FORATO, THAÍS C. M. . A história da ciência nacional e seu potencial didático para a escola básica. In: *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia. Anais do IX ENPEC*. Rio de Janeiro: Abrapec, 2013. v. 1. p. 1-8.

SCHMIEDECKE, W. G.; PORTO, P. A. . Uma abordagem da história da energia nuclear para a formação de professores de física. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, p. 232-241, 2014.

STROUPE, D. Describing “Science Practice” in Learning Settings. *Science Education*, v. 99, n. 6, p. 1033–1040, 2015.

WATANABE, G. ; GURGEL, I. . Redescobrimo a Ciência Nacional Através de uma Visita ao Laboratório de Pesquisa Pelletron. *Ciência em Tela*, v. 4, p. 1-9, 2011.

NATUREZA DA CIÊNCIA E A DETECÇÃO DAS ONDAS GRAVITACIONAIS: UM OLHAR A PARTIR DA TEORIA DA ATIVIDADE CULTURAL-HISTÓRICA.

NATURE OF SCIENCE AND THE GRAVITATIONAL WAVE DETECTION: A LOOK FROM THE CULTURAL-HISTORICAL ACTIVITY THEORY.

João Otavio Garcia¹, Juliano Camillo²

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, joaoppgect@gmail.com

²Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Metodologia do Ensino e Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, julianocamillo@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, temos por objetivo trazer discussões envolvendo Natureza da Ciência a partir da análise da detecção das ondas gravitacionais à luz do referencial da Teoria da Atividade Cultural-Histórica. Considerando a primeira detecção direta das ondas gravitacionais, realizadas pelo LIGO em 2016, brevemente faremos uma contextualização histórica acerca desta, buscando apresentar alguns pontos da dinâmica das atividades que constituem tal detecção, relacionando tais pontos com a Teoria da Atividade. A Teoria da Atividade, fundada a partir de trabalhos como Vygotsky e Leontiev, dentre outros, constitui-se como um referencial que permite compreender o desenvolvimento humano em uma perspectiva dialética, de modo a considerar que a realidade humana é formada a partir das práticas humanas colaborativas. Nesta perspectiva, a Teoria da Atividade nos serve de aporte para delinearmos questões visando provocar reflexões, sendo que além de fornecer aporte teórico-metodológico para as discussões que pretendemos, nos auxilia como princípio organizacional para trabalhar *reflexões sobre ciência* na educação em ciências, tanto básica quanto superior.

Palavras-chave: Teoria da Atividade Cultural-Histórica. Natureza da Ciência. Detecção das ondas gravitacionais.

Abstract

In this paper, we aim to bring discussions about Nature of Science looking to gravitational-wave detection in a relationship with a historical episode from a Cultural-Historical Activity Theory perspective. Taking the first direct detection of gravitational waves, made by LIGO in 2016, we briefly treat this episode, seeking to present some points in the activity dynamics of the detection, relating these points to Cultural-Historical Activity Theory. The Cultural-Historical Activity Theory was grounded from soviet psychology, in Vygotsky's and Leontiev's Works, amongst others, and constitutes a framework to understand human development in a dialectical perspective, in order to consider the human collaborative practices as the foundational of reality. In this perspective, Cultural-Historical Activity Theory help us as a framework to outline questions aiming provoke reflections, in a way that besides providing theoretical-methodological support for the discussions we intend, it helps

us as na organizational principle to talk about *reflections on science* both in basic and higher education.

Keywords: Cultural-Historical Activity Theory. Nature of Science. Gravitational-wave detection.

Natureza da Ciência e a educação em ciências.

A importância de tratar dos processos sociais, culturais e históricos de produção/consumo de conhecimento científico já vem sendo destacada nas pesquisas envolvendo educação em ciências nas últimas décadas (CAMILLO; MATTOS, 2014; CAMILLO, 2015). Nesse sentido, faz-se importante ressaltar a relevância da História, Filosofia e Sociologia da Ciência para se discutir tais processos tanto na educação básica quanto na superior (MOURA, 2014). Mais estritamente no âmbito educacional, discussões voltadas para o que se convencionou chamar de Natureza da Ciência são assinaladas pela literatura como possibilidades de trabalhar aspectos relacionados à construção do conhecimento científico, especialmente quando trabalhados a partir de episódios da história da ciência (PEDUZZI; RAICIK, 2019).

A partir disso, diferentes estratégias e propostas de didatizar tais aspectos de Natureza da Ciência também são discutidas, aliadas aos debates a respeito da relevância desta área na educação em ciências. Seja por meio destas propostas de didatização (IRZIK; NOLA, 2011; MATTHEWS, 2012) ou de trabalhos teóricos buscando desenvolver princípios fundamentais da área (ALLCHIN, 2017) tal campo segue se consolidando. Portanto, Natureza da Ciência, quando trabalhada na perspectiva de *reflexões sobre ciência* contribui para a formação de estudantes e professores, permitindo analisar tais processos de produção/consumo do conhecimento científico não desconsiderando os condicionantes sociais, culturais e históricos como apêndices e sim como fundantes da atividade científica. Nesse sentido, ao trabalhar com Natureza da Ciência, “o objetivo da educação científica deve sempre ser o de facilitar a compreensão e evitar a crença nas idéias ensinadas nas aulas de ciências” (TABER, 2017, p. 81, tradução nossa).

No entanto, mesmo imersa em diversas propostas de didatização, estratégias e abordagens, a Natureza da Ciência ainda não possui um princípio organizacional; de fato, as diversas formas pelas quais se ensina e aprende Natureza da Ciência, tanto na educação básica quanto superior, constitui um problema em aberto (COFRÉ, *et al.* 2019). Ainda que neste trabalho não solucionaremos este problema, temos por objetivo trazer discussões envolvendo Natureza da Ciência a partir da análise da detecção das ondas gravitacionais realizadas pelo LIGO¹ em 2016, à luz do referencial da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, que além de fornecer aporte teórico-metodológico para as discussões que pretendemos nos serve como princípio organizacional para trabalhar *reflexões sobre ciência* na educação em ciências.

Realizaremos brevemente uma contextualização acerca do referencial da Teoria da Atividade, explicitando que nossa discussão acerca do episódio da detecção das ondas gravitacionais estará relacionada à categoria

¹ Sigla em inglês para *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* [Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser].

“individualidade/coletividade” presente neste referencial. Desta forma, realizamos na sequência uma breve apresentação da Teoria da Atividade, de modo que esta nos sirva de aporte para delinear as questões visando provocar reflexões sobre ciências.

Teoria da Atividade Cultural-Histórica e a educação em ciências.

Na Teoria da Atividade, a realidade é fundada nas práticas humanas coletivas, sendo os complexos processos de produção de significados/instrumentos/objetos emergentes destas práticas. Os significados/instrumentos/objetos, portanto, não existem de maneira reificada, “em si mesmos”, mas sim sempre no fluxo das atividades humanas (CAMILLO, 2015), sendo que emergem delas e por meio delas se sustentam. Desta forma, dicotomias como: sujeito e objeto; emocional e racional; mente e corpo; desenvolvimento e aprendizagem; produção e consumo; individual e coletivo, por exemplo, perdem o sentido. Tais dicotomias não representam a realidade humana em sua totalidade, de maneira que a própria mente - a cognição - é socialmente distribuída e coletivamente mediada (STETSENKO, 2008).

Além disso, um dos princípios da Teoria da Atividade é o de que as contradições se constituem como motores das atividades humanas (SANNINO; ENGSTRÖM, 2018; CAMILLO; MATTOS, 2019), de maneira que as atividades são sempre orientadas aos seus objetos/motivos, com intencionalidade e nunca neutras, sempre buscando superar contradições. Nesse sentido, as contradições não “surgem” na realidade humana, mas são inerentes ao tecido desta realidade, de modo que as transformações sociais constituem o fundamento ontológico da realidade, o que Stetsenko (2008) chamou de “posição ativista transformadora²”. Desta forma, os seres humanos conhecem o mundo e o transformam simultaneamente, de maneira colaborativa, de modo que a realidade é transformada pelas práticas humanas colaborativas (STETSENKO, 2008).

Considerar a simultaneidade de conhecer e transformar o mundo, pela Teoria da Atividade, relaciona-se à tomar pela raiz a discussão envolvendo a *unidade contraditória* “individualidade/coletividade” (CAMILLO; MATTOS, 2014). Se as contradições são os motores das atividades, isto significa que em torno de uma unidade contraditória estabelecem-se pólos de contradição, de modo que tais contradições movem as atividades não quando “solucionam-se logicamente” um destes pólos, mas sim quando estes são tratados como unidade a partir da relação dialética que estabelecem. A *unidade contraditória*, portanto, que chamamos de “individualidade/coletividade”, guiará as discussões que faremos olhando para a detecção das ondas gravitacionais. Tal unidade emerge a partir do trabalho desenvolvido por Camillo e Mattos (2014), onde discute-se, na educação em ciência, as diversas manifestações das tensões presentes em diversas destas unidades. No nosso caso, centralizaremos as discussões na relação entre individual e coletivo.

Nesse sentido, a relação entre individual e coletivo é dialética e não essencializada, reificada; é complexa por ser multideterminada, numa perspectiva onde a própria individualidade é sempre formada a partir da coletividade, o que faz com que compreendamos, por meio da Teoria da Atividade, as atividades humanas

² Do inglês original *Transformative Activist Stance*.

– o que inclui a atividade científica – numa perspectiva dinâmica, de modo a entender “o desenvolvimento humano não como simples estado atual de coisas, mas como processo de vir-a-ser histórico” (CAMILLO, 2015, p. 164).

Assim, a individualidade deve ser reconhecida como processo/projeto enquanto que a individualização forçada é tratada como um fetiche, pois “não se pode conceber uma atividade que seja puramente individual (sem relação com o outro), pois mesmo quando um indivíduo realiza isoladamente sua ação, ele a faz mediado pela história humana objetivada e por ele apropriada” (CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 215). Isto não significa afirmar que não exista individualidade, mas sim que esta faz parte de um processo sempre coletivo e que precisa ser, por exemplo, na educação em ciências, constantemente problematizado.

Assim, a partir desta breve apresentação da Teoria da Atividade, analisaremos a detecção das ondas gravitacionais do ponto de vista de problematizar a perspectiva individualizada de olhar para tal detecção *em si* mesma, reificada, para então compreendê-la como formada em um fluxo de atividades, imersa em complexos sistemas de atividades em interação.

Detecção das ondas gravitacionais e a Teoria da Atividade.

A partir dos recentes resultados referentes à detecção das ondas gravitacionais pelo LIGO, podemos considerar que a ambição de Lord Kelvin (1824-1907) de que bastariam que se dirimissem duas nuvens no céu azul da Física, pois esta já havia explicado *tudo*, fora um tanto exagerada, principalmente reconhecendo estas duas nuvens como a Mecânica Quântica e a Relatividade Geral. A detecção das ondas gravitacionais, relacionada à segunda nuvem, nos lembra que o céu da Física sempre esteve muito agitado, inclusive se considerarmos que é a partir desta detecção que novos caminhos para a Física emergem.

Ainda que não iremos discutir detalhadamente toda a história das ondas gravitacionais neste trabalho, começaremos destacando que um dos primeiros trabalhos relacionados a elas não é de autoria de Einstein. Apesar de ser a partir dos estudos desenvolvidos por Einstein que compreendemos tais ondas como perturbações no tecido espaço-temporal que se propagam à velocidade da luz, um dos primeiros cientistas a interessar-se pelo assunto foi Oliver Heaviside (1850-1925). Ainda na época onde discussões sobre o éter luminífero estavam em voga, em meados de 1893, Heaviside publica, nos apêndices de sua obra *Electromagnetic Theory*, um ensaio intitulado *A gravitational and electromagnetic analogy*, onde investigava relações entre o eletromagnetismo e a gravitação universal newtoniana. Neste ensaio, Heaviside faz um avanço importante ao discutir que a gravidade se propagará no tempo, imensamente rápido, com uma velocidade finita, opondo-se à uma caracterização desta propagação de forma instantânea (HEAVISIDE, 1893), somente não deixa explícito tratar-se da velocidade da luz devido à presente influência das discussões sobre o éter luminífero.

Se considerarmos algumas fontes onde a detecção das ondas gravitacionais foi divulgada, estas geralmente reportam-se à detecção como uma ação que confirma as predições que Einstein fez em 1916. A partir do momento que as ondas gravitacionais envolvem a astrofísica e os estudos sobre buracos negros, encontra-

se menções a outros cientistas³, mas em alguns dos principais artigos sobre a detecção, há ainda uma individualização acerca da detecção, considerando que em 1916 Einstein previu a existência das ondas (ABBOTT *et al.* 2016) deixando em suspenso como se somente Einstein estivesse trabalhando diretamente com este problema. Acreditamos que tal individualização contribui, na educação em ciências, para a criação de representações mitológicas acerca do conhecimento científico, trazendo à luz a figura de gênios isolados, sempre colocados “descolados” dos contextos do trabalho coletivo na atividade científica, pois à luz da Teoria da Atividade existe uma relação dialética – manifestando-se de forma polar – na unidade entre individual e coletivo:

É qualitativamente diferente da soma de seus constituintes, uma vez que eles têm, simultaneamente, qualidades genéricas da humanidade e experiências singulares que os constituem – são dialeticamente genéricos e singulares. A humanidade não pode ser reduzida ao indivíduo, nem o indivíduo reduzido à humanidade. Nesse sentido, não há completa oposição entre indivíduo e coletivo (CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 221).

Não estamos inferindo que tais publicações deveriam fazer *todo* o apanhado histórico acerca das ondas gravitacionais, mas vale destacar que esta individualização é olhada, do ponto de vista da Teoria da Atividade, como um problema concernente à maneira individualista e dicotômica de como concebemos as atividades humanas. Trata-se, de maneira resumida, de desconsiderar que a individualidade humana – ou neste caso, o trabalho que aparenta ser realizado por apenas um indivíduo – é formado coletivamente, de modo que o objetivo real a partir da Teoria da Atividade é de compreender “a visão de que a subjetividade e a agência individuais tornam possível o próprio processo do desenvolvimento humano e da vida social” (STETESENKO, 2005, p. 71, tradução nossa).

A partir do trabalho de Heaviside, destacam-se trabalhos posteriores realizados por Henri Poincaré (1854-1912), onde a velocidade finita e altíssima com que tais ondas de gravidade se propagariam seria a velocidade da luz. Poincaré discute, inspirado pela impossibilidade de movimento absoluto indicada pelo trabalho de Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928), no artigo traduzido do original em francês intitulado *Sur la dynamique de l'électron* para o inglês *On the dynamics of the electron*, que deveriam existir ondas de gravidade de acordo com as transformações de Lorentz (POINCARÉ, 1906). Poincaré, desta forma, foi um dos responsáveis por tratar neste trabalho de dois problemas fundamentais que impulsionariam as pesquisas futuras no assunto: a possibilidade de existência física de ondas gravitacionais e se e como estas transportam energia.

Ainda que possa parecer simplista inferir que foram estes problemas delineados por Poincaré que impulsionaram as pesquisas futuras, do ponto de vista de poder explicativo que a Relatividade Geral sustenta atualmente em relação a *o que são* ondas gravitacionais gira em torno destes problemas fundamentais. Seria simplista se olhássemos de um ponto de vista puramente culminativo, que *partiria* dos trabalhos de Poincaré e *iria até* os trabalhos de Einstein. No entanto, pela Teoria da Atividade, consideramos que a constituição das atividades humanas emerge em complexos sistemas interativos, onde as contradições movem tais atividades; a

³ Como dos estudos sobre pulsares binários desenvolvidos por Russel Alan Hulse e Joseph Hooton Taylor na década de 70 e os trabalhos sobre singularidades e buracos negros realizados por Karl Schwarzschild ainda em 1916.

busca por solucionar problemas, ou no caso das ondas gravitacionais, de fazer emergir uma nova natureza da gravidade, constituem-se como motores destas atividades e não estabelecem simplesmente relações duais entre causa e efeito.

Inicialmente Einstein hesitava em relação à explicação de Poincaré, pois esta admitia a existência de um dipolo gravitacional, o que implicaria em massas negativas – algo que Einstein não aceitava (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016). Ou seja, investir na discussão de que as contradições são os motores das atividades e na relação entre individual e coletivo pode ajudar a compreender como as atividades coletivas humanas são estruturadas para superar algo que não é explicado, ou que ainda não possui explicação suficiente dentro das tradições de pesquisa vigentes. No entanto, relaciona-se também a não dicotomizar subjetividade e objetividade, considerando tais processos subjetivos também como parte objetiva da realidade (KOSIK, 2002) e que a própria formação da identidade humana, do “eu”, emerge das atividades humanas coletivas (ARIEVITCH; STETSENKO, 2014). Nessa perspectiva, não excluem-se os fatores subjetivos da construção do conhecimento científico, até porque a subjetividade humana não é *menos objetiva* na construção/transformação da realidade, de modo que buscar, na construção do conhecimento científico categorias que “emergem do sujeito” ou “emergem do objeto”, isoladamente, é um fetiche.

No desenvolvimento histórico das atividades relacionadas às ondas gravitacionais, a importância de considerar a coletividade como fundante destas atividades emerge se analisarmos o ano de 1916, onde a partir de aproximações entre o eletromagnetismo maxwelliano e a gravitação, Einstein formula uma previsão acerca das ondas gravitacionais. Destacamos aqui a importância de considerar a coletividade, principalmente porque as pesquisas de Einstein e colaboradores se intensificam em 1933, quando Einstein se muda para os Estados Unidos como docente na Princeton University e começa a trabalhar envolvido em uma comunidade de cientistas. Nos anos seguintes, ainda antes do final da década de 50, convenções e eventos foram realizados pelos físicos que estudavam gravitação nos Estados Unidos, porém o projeto que conhecemos atualmente como LIGO nasceria somente a partir da década de 70 – quase duas décadas após a morte de Einstein – com três físicos: Kip Thorne, Ronald Drever e Reiner Weiss.

Estes três físicos, alcunhados por Levin (2016) de *Troika* trabalharam conjuntamente nas décadas seguintes para desenvolver o primeiro protótipo que mais se assemelha ao LIGO atual em 2002, porém só o colocando para operar nos anos de 2010. Após anos de diversas parcerias com outros países e pesquisadores, o LIGO detecta em 2015, apesar de só divulgarem em 2016, pela primeira vez, as ondas gravitacionais. O LIGO e a primeira detecção direta das ondas gravitacionais pode ser considerado um marco na história da gravitação se considerarmos principalmente o fato de que ele contribui para o entendimento dos dois problemas fundamentais destacados há mais de um ano por Poincaré pois “resolve claramente o argumento sobre se as ondas gravitacionais realmente existem; um grande argumento inicial era sobre se elas transportavam alguma energia. Eles fazem! Isso foi provado com força e clareza (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016, p. 26, tradução nossa). Isto significa que a detecção relaciona-se simultaneamente com a existência física das ondas gravitacionais e a forma como transportam energia, mas não encerram as atividades humanas envolvidas com a detecção das ondas gravitacionais, pois ao passo que a atividade científica avança nestas

explicações, mais problemas a serem resolvidos movem tal atividade para novos objetos/motivos.

Considerações finais

Apesar do breve espaço que aqui dispomos para tratar brevemente tanto da detecção das ondas gravitacionais quanto de alguns princípios da Teoria da Atividade, vale destacar que ambos não se esgotam aqui. A detecção, como buscamos apontar rapidamente, envolvem muitos outros cientistas além de Einstein, muitas comunidades científicas formando o que conhecemos como LIGO e principalmente muitos planos de atividades que possibilitam a constituição e estabilidade dos significados/instrumentos/objetos que tais atividades sustentam – nesse caso, de por meio da gênese e desenvolvimento das ondas gravitacionais, fazer emergir uma nova natureza da gravidade.

Ainda que não tenha sido o objetivo central deste trabalho, cabe destacar que, para trabalhos futuros, temos por objetivo tratar de questões ontológicas a respeito das ondas gravitacionais - e dos fluxos de atividades pelos quais estas se sustentam - de modo a superar questões a respeito de “desde quando existem” para avançarmos em discussões a respeito de “como a atividade científica sustenta significados/instrumentos/objetos acerca da existência das ondas gravitacionais?”. Mesmo não explicitando neste trabalho como discussões desta natureza se relacionam com aspectos de Natureza da Ciência, indicamos que estas estão relacionadas principalmente se olharmos para algumas pesquisas recentes, onde se discute que o papel da Natureza da Ciência deveria estar comprometido em discutir os “comos” da atividade científica e não necessariamente aos “o quês” (ALLCHIN, 2017). Ou ainda, que o papel principal da Natureza da Ciência deveria ser o de desenvolver posturas críticas que fomentassem o interesse em aprender e ensinar ciências e não em *acreditar na ciência* (TABER, 2017).

Assim, a detecção das ondas gravitacionais marca uma nova era na astronomia, permitindo-nos explorar - ou melhor, *ouvir* - o universo de forma mais aprofundada, além de contribuir para pesquisas em relação a buracos negros. De uma forma geral, a detecção das ondas gravitacionais e todos os processos sociais e históricos de construção de conhecimento científico, entendidos à luz da Teoria da Atividade, definem um novo começo para a atividade científica, especificamente para a história da investigação astronômica, e não um capítulo final; as ondas gravitacionais marcam um prólogo, não um epílogo.

Referências

ABBOTT, B. P. *et al.* Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. **Physical review Letters**, American Physical Society, v. 116, n. 6, p. 1-16, 2016.

ARIEVITCH, I. M.; STETSENKO, A. The “magic of signs”: Developmental trajectory of cultural mediation. In: YASNITSKY, A.; VAN DER VEER, R.; FERRARI, M. (org.). **The Cambridge Handbook of Cultural-Historical Psychology**. Cambridge University Press, 2014, p. 217-244.

ALLCHIN, D. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 18-26, 2017.

CAMILLO, J. **Contribuições iniciais para uma filosofia da educação em ciências**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CAMILLO, J.; MATTOS, C. Educação em Ciências e a teoria da atividade cultural-histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 16, n. 1, p. 211-230, 2014.

CAMILLO, J.; MATTOS, C. Ensaio sobre as relações entre Educação, Ciência e Sociedade a partir da perspectiva do desenvolvimento humano. **Linhas Críticas**, v. 25, p. 94-123, 2019.

CERVANTES-COTA, J. L.; GALINDO, S. U.; SMOOT, G. A Brief History of Gravitational Waves. **Universe**, v. 2, n. 22, p. 1-30, 2016.

COFRÉ, H. et al. A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science, **Science & Education**, v. 36, p. 205-248, 2019.

HEAVISIDE, O. A gravitational and electromagnetic analogy. **The Electrician**, v. 31, p. 281-282, Londres, 1893.

KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

LEVIN, J. **A música do universo: ondas gravitacionais e a maior descoberta científica dos últimos cem anos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAÍCIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

POINCARÉ, H. On the dynamics of the electron. **Rendiconti del Circolo matematico di Palermo**, n. 21, p. 129-176, 1906.

SANNINO, A.; ENGSTRÖM, Y. Cultural-historical activity theory: founding insights and new challenges. **Cultural-Historical Psychology**, v. 14, n. 3, p. 43-56, 2018.

STETSENKO, A. Activity as Object-Related: Resolving the Dichotomy of Individual and Collective Planes of Activity. **Mind, Culture and Activity**, v. 12, n. 1, p. 70-88, 2005.

STETSENKO, A. From relational ontology to transformative activist stance on development and learning: expanding Vygotsky's (CHAT) project. **Cultural Studies of Science Education**, v. 3, n. 2, p. 471-491, 2008.

TABER, K. S. Knowledge, beliefs and pedagogy: how the Nature of Science should inform the aims of science education (and not just when teaching evolution). **Cultural Studies of Science Education**, v. 12, n. 1, p. 81-91, 2017.

DESAFIOS E PROBLEMAS EXISTENCIAIS DA TEORIA QUÂNTICA

CHALLENGES AND EXISTENTIAL PROBLEMS OF QUANTUM THEORY

Rafaelle da Silva Souza

PPGEFHC/UFBA/UEFS; Instituto Federal da Bahia/Seabra; rafaellessouza@gmail.com

Resumo

Este é um artigo de caráter expositivo, no qual discutimos com brevidade a variedade de interpretações da Teoria Quântica (TQ) com destaque para os desafios postos ao tratá-las em sala de aula. Consideramos que, se é esperado promover uma compreensão efetiva das entidades quânticas nos cursos, há basicamente duas alternativas possíveis: (a) manter-nos no escopo da velha TQ adotando a interpretação de Copenhague, sendo essa a abordagem formal nos diversos cursos e restringir-nos a certos aspectos fundamentais; (b) elaborar uma abordagem nova, na qual é explorada a pluralidade de interpretações mostrando que em todas elas há uma concordância com relação aos fatos observados e problemas existenciais. Motivada pela segunda alternativa, é apresentado de modo didático quatro grandes grupos interpretativos, conforme sua ontologia e epistemologia. É reconhecido ser indispensável a aprendizagem dos conceitos quânticos e noções de uma interpretação antes de se confrontarem com outras e, portanto, apresentamos uma possibilidade de aproximação destas à sala de aula. Com este trabalho, espera-se motivar professores e estudantes a contemplar as diversas interpretações da TQ para uma visão mais completa e menos enviesada tornando-se consciente de que está trabalhando com uma dada interpretação e não com “a” interpretação.

Palavras-chave: Teoria Quântica; Interpretações; Problemas existenciais.

Abstract

This is an expository article, in which we briefly discuss the variety of interpretations of Quantum Theory (QT) with emphasis on the challenges posed when dealing with them in the classroom. We believe that, if it is expected to promote an effective understanding of quantum entities in courses, there are basically two possible alternatives: (a) remain within the scope of the old TQ with the Copenhagen interpretation, this approach being formal in the various courses and restricting ourselves to certain fundamental aspects; (b) develop a new approach, in which the plurality of interpretations is explored showing that in all of them there is an agreement with respect to the observed facts and existential problems. Motivated by the second alternative, four large interpretive groups are presented in a didactic way, according to their ontology and epistemology. It is recognized that it is essential to learn quantum concepts and notions of an interpretation before confronting others and, therefore, we present a possibility of approaching them to the classroom. With this work, it is expected to motivate teachers and students to contemplate the different interpretations of the TQ for a more complete and less biased view, becoming aware that they are working with a given interpretation and not with “the” interpretation.

Keywords: Quantum Theory; Interpretations; Existential Problems.

Introdução

A interpretação da Teoria Quântica (TQ) que oficialmente dominou a física entre 1928 e 1970 foi a interpretação de Copenhague (PESSOA JR., 2006a). Atualmente, vivemos em uma época de pluralidade de interpretações. Uma primeira pergunta que podemos nos fazer é como pode haver diversas interpretações para o mesmo formalismo? Ou ainda, quais são os problemas dessas interpretações? Isto porque, diferente de outras teorias científicas a TQ, teve, desde sua origem, a característica notável de poder ser interpretada de diferentes maneiras, cada uma delas internamente consistente e, em geral, consistente com os experimentos quânticos. Apenas para citar algumas, temos: Interpretação das Histórias Consistentes, Interpretação Modal, Interpretação da Onda Piloto, Interpretação da Complementaridade, Interpretação dos Universos Múltiplos, Interpretação de estados quânticos como potencialidades, Interpretação ortodoxa realista, e etc.

Em sala de aula, se se deseja promover uma compreensão efetiva das entidades quânticas, há basicamente duas alternativas possíveis: (a) manter-nos no escopo da velha TQ adotando a interpretação de Copenhague, sendo essa a abordagem formal nos diversos cursos e restringir-nos a certos aspectos fundamentais; (b) elaborar uma abordagem nova, na qual é explorada a pluralidade de interpretações mostrando que em todas elas há uma concordância com relação aos fatos observados e problemas existenciais.

Aqui, opta-se pela segunda alternativa. Conforme afirmam Paulo e Moreira (2011, p. 432): “a opção pela Interpretação de Copenhague, contudo, pode não se constituir no único caminho frutífero para o ensino da TQ. Não se pode negar que outros caminhos sejam possíveis”, reconhecendo ser indispensável a aprendizagem dos conceitos básicos em uma interpretação antes de se confrontarem com outras. Mesmo assim, é apresentado didaticamente quatro grandes grupos interpretativos, conforme sua ontologia e epistemologia (PESSOA JR, 2006b). O objetivo é tornar esse conhecimento, sobre as dezenas de interpretações da TQ, mais próximo de professores e estudantes de física a partir de uma proposta de aproximação destas à sala de aula. Espera-se motivá-los a contemplar a pluralidade de interpretações para uma visão mais completa e menos enviesada tornando-se consciente de que está trabalhando com uma dada interpretação e não com “a” interpretação.

Pluralidade de interpretações e os problemas existenciais

A TQ prevê muito bem a estatística de experimentos subatômicos, mas cada uma das interpretações sugere explicações diferentes ao descrever a realidade. Em todas elas, há uma concordância com relação aos fatos observados. No entanto, é curioso como a teoria não consegue prever o que vai acontecer para um único átomo, em geral há probabilidades para os resultados da medição. Se há milhões de átomos passando e preparados da mesma maneira, a teoria prevê corretamente as estatísticas. Alguns efeitos descritos pela teoria são difíceis de compreender e/ou aceitar. Por exemplo, a dualidade onda-partícula pelo fato de que qualquer entidade quântica pode ser vista como onda ou como partícula, e o que define isso é o método de observação. Então, o que a partícula então é? Como ela sabe que método estamos usando para decidir como se manifestar? É algo contra intuitivo.

Essas características são inerentes à TQ e sua discussão é o que nomeamos de problema existencial. Esse problema só ocorre no âmbito

interpretativo do indivíduo, que é para quem a questão necessariamente se apresenta. Daí a dificuldade recai nas tentativas de explicar o comportamento de partículas nas menores escalas da natureza que impõe ao nosso modo “clássico” uma nova forma de pensar o mundo. Isso atinge com toda força o estatuto das teorias (ou dos modelos) que visavam a oferecer uma descrição da natureza (BITBOL, 1992).

Cumprir notar que toda essa caracterização do problema autenticamente existencial, que implica uma consideração do indivíduo, impõe outros atributos que acompanham toda a análise interpretativa posterior. Em caráter introdutório, apresentamos uma classificação das interpretações de acordo com um critério epistemológico (positivista ou realista) e um ontológico (corpuscular, ondulatório, dualista ou sem ontologia), considerando-se também o aspecto intencional-emocional, apoiada em Pessoa Jr. (2006b).

(1) Interpretação Ondulatória (realista). Este ponto de vista considera que a função de onda quântica corresponde a uma realidade, uma realidade ondulatória ou talvez uma “potencialidade”. A visão ondulatória era defendida explicitamente por Schrödinger que encontrou extrema dificuldade em dar conta dos fenômenos sem a noção de “colapso”. Na versão ingênua da interpretação ondulatória, a realidade que corresponde à função de onda sofreria colapsos toda vez que ela interage com um aparelho de medição. Um problema conceitual é que tais colapsos são “não-locais”, ou seja, envolvem efeitos que se propagam de maneira instantânea. Esta visão é próxima a de John von Neumann, só que este não associava a função de onda a uma realidade (sua postura era positivista: a função de onda representaria apenas nosso conhecimento), de forma que a não-localidade não era problemática. A interpretação dos estados relativos de Everett (JAMMER, 1974), a da decoerência de Zeh (1993) e a das localizações espontâneas (GHIRARDI et al., 1986) são outros exemplos de interpretações ondulatórias realistas.

(2) Interpretação Corpuscular (realista). Este é o ponto de vista segundo o qual as entidades microscópicas (ou pelo menos as possuidoras de massa de repouso) são partículas, sem uma onda associada. Esta posição foi defendida explicitamente por Alfred Landé, dentro da interpretação dos ensembles (coletivos) estatísticos (JAMMER, 1974). Explicar os padrões de interferência via uma abordagem corpuscular configurava um problema não satisfatoriamente superado. É muito comum encontrarmos interpretações corpusculares na literatura e também, de forma mais ingênua, entre alunos. A interpretação implícita ao se usar a Lógica Quântica é um exemplo de interpretação corpuscular.

(3) Interpretação Dualista Realista. Esta interpretação foi formulada originalmente por Louis de Broglie, em sua teoria da “onda piloto”, e ampliada por David Bohm (1952) para incluir também o aparelho de medição (JAMMER, 1974). O objeto quântico se divide em duas partes: uma partícula com trajetória bem definida (mas em geral desconhecida), e uma onda associada. A probabilidade da partícula se propagar em uma certa direção depende da amplitude da onda associada, de forma que em regiões onde as ondas se cancelam, não há partícula. No nível ingênuo de um curso introdutório, esta abordagem está livre do problema da não-localidade, tendo como única dificuldade conceitual a existência de “ondas vazias”, que não carregam energia. O problema da não-localidade surge quando se consideram duas partículas correlacionadas.

(4) Interpretação Dualista Positivista. Esta expressão designa especialmente a interpretação da complementaridade de Niels Bohr (1928), que reconhece uma limitação em nossa capacidade de representar a realidade microscópica. Conforme o experimento, podemos usar ou uma descrição corpuscular, ou uma ondulatória, mas nunca ambas ao mesmo tempo. Isto não significa, porém, que o objeto quântico seja um corpúsculo ou seja uma onda. Segundo qualquer abordagem positivista (no contexto da física), só podemos afirmar a existência das entidades observadas. Afirar, por exemplo, que “um elétron não-observado pode sofrer um colapso” carece de sentido. Um fenômeno ondulatório se caracteriza pela medição de um padrão de interferência, e um corpuscular pela possibilidade de inferir uma trajetória bem definida. Admitir a complementaridade, portanto, aproxima essa interpretação do instrumentalismo de teorias científicas. Esse grupo considera que, em Física, deve-se trabalhar com os dados obtidos em experimentos, e nada mais; a “verdadeira ontológica” desses objetos está fora de questão.

O aspecto pontual de toda detecção (considerada pela interpretação 2 como a maior evidência da natureza corpuscular dos objetos quânticos), que ocorre mesmo em fenômenos ondulatórios, é considerado o princípio fundamental da teoria quântica, e chamado por Bohr de “postulado quântico”. Essas diferentes interpretações, segundo o filósofo da Ciência, Bas Van Fraassen, são aceitáveis se o objetivo for nos ajudar a construir e revisar nossas imagens do mundo, assim; não é preciso comprometer-se com uma só interpretação, é mais interessante refletir sobre quais interpretações são capazes de se sustentar (VAN FRAASSEN, 1991). Até porque são dezenas de interpretações diferentes, mas nenhuma está livre de aspectos conceitualmente anômalos – ou seja, problemas existenciais.

Desafios da proliferação de interpretações em sala de aula

Nesse contexto, entendendo que a TQ não possui apenas uma linha interpretativa, outra pergunta pertinente é se, e como, a proliferação de interpretações afeta a imagem pública da física como disciplina científica, bem como se é um problema afinal. Essa discussão é importante tendo em vista que estereótipos são criados e podem refletir uma imagem, muitas vezes, negativa, que comprometerá a aceitação dos conceitos científicos.

Em termos simples, no que a tal TQ altera o mundo real palpável em que vivemos? Grosso modo, a TQ é aplicada no nano, isto é, naquilo que tem o tamanho de átomos, às vezes, muito menor, como são os quarks e os glúons – entidades, no mínimo, 100 milhões de vezes menores do que os átomos. No entanto, em uma rápida busca na internet, é possível achar várias menções à física quântica: espiritualidade, religiosidade, ativismo, teletransporte, viagem no tempo, cura quântica, sabedoria quântica, e inclusive em mídias de grande acesso. Cientificamente, entretanto, as aplicações são outras. Isso não é ciência, pois os efeitos quânticos só aparecem em sistemas microscópicos e em condições muito controladas. Tanto é que foi preciso muitos anos para que os cientistas se apercebessem disso. Aprofundamento científico nessa área só é possível porque atualmente tem-se instrumentos que possibilitam chegar a esse nível.

Publicamente, muito se ouve o termo “quântico”, sua disseminação atingiu plenamente os objetivos da divulgação do conhecimento, porém, como já demos indícios, nem sempre é disseminado com cientificidade. Ao mesmo tempo que se tem um nível muito alto desse conhecimento discutido na academia, constata-se que

ele continua se propagando em outros segmentos. Uma outra dimensão dessa referida publicidade, diz respeito ao nível da presença do tema em eventos, palestras, congressos, periódicos etc. Não é nossa intenção apresentar números, mas se isso fosse feito obteríamos valores surpreendentes. Obviamente teríamos que analisá-los para saber sua relevância para a construção do conhecimento.

Ainda persistem certas contrariedades e estranhezas. Embora considerando que todo o problema ainda seja resolvido dentro de uma mesma lógica matemática que, ao determinar o tamanho da incerteza e controlar as flutuações probabilísticas, fortalece a crença nas leis físicas e em sua capacidade de descrever a realidade até mesmo em seus imprevisíveis escorregões, as conclusões da teoria são, de fato, perturbadoras para o caráter determinístico da mecânica clássica, e sugerem uma clara ruptura com o paradigma que sustentava a ciência em sua versão moderna.

Assim, ao relacionar a configuração comunicativa da TQ, atribui-se ainda um caráter negativo, que talvez repouse em quase todos os aspectos mais estranhos, a teoria do mundo microscópico, a explicação do gato de Schrödinger e tópicos similares. Inferimos que essas características acentuam o caráter revolucionário atribuído a essa teoria física por nos propor uma visão radicalmente diferente do mundo físico. Mas, por outro lado, causa uma desvalorização das questões conceituais e promove uma visão instrumentalista. Assim, a imagem pública da física como disciplina científica está associada à ideia de que é suficiente para a formação dos físicos uma ênfase basicamente instrumental da TQ.

Pensar na proliferação de interpretações para a TQ nos remete à proposta de estabelecer uma abordagem que deixa de lado o mito da ciência como forma mais elevada de conhecimento e do cientista como senhores desse saber; portanto, uma visão mais humana da ciência e seus praticantes. Uma teoria que é vista de formas diferentes contribui para a humanização da ciência.

A imagem pública da trajetória científica observada para TQ é aquela na qual é difundida como “um mundo de possibilidades” e gera um novo sentido da atividade científica, aquela em que não há uma verdade estática e absoluta na construção dos conceitos científicos, dada a natureza tão pouco intuitiva dos conceitos quânticos e de como se entende o mundo microscópico. Desse modo, é importante que o discente seja capaz de dissertar sobre as várias interpretações possíveis da TQ, sobretudo sobre a interpretação de Copenhagen.

Em sala de aula, a não explicitação das interpretações leva à permanência de dúvidas e ambiguidades em relação tanto às concepções dos estudantes, quanto às vantagens das abordagens didáticas propostas (GRECA e FREIRE Jr. 2001). Então, para aproximar essa discussão, identificam-se três conhecimentos chaves para a transposição de fundamentos da TQ: Superposição de Estados, dualidade partícula-onda e o princípio de incerteza de Heisenberg (GRECA, 2000). O caráter dual do elétron é uma das grandes questões da TQ. Classicamente, uma partícula pode ser concebida como uma bola muito pequena, a qual possui trajetória bem definida. Uma onda é definida como uma excitação que se propaga de forma dispersa no espaço. Como compreender a simultaneidade destas duas definições ao supor-se que o elétron possui caráter dual? Seria o mesmo que admitir que este seja contínuo e descontínuo. A dificuldade de compreensão por parte dos alunos se deve às imagens preconcebidas destes dois conceitos: “Todos os modelos mentais com os quais eles já trabalharam antes, onda ou partícula, são modelos pictóricos” (JOHNSTON et al. 1998, p. 431). A descontinuidade da matéria exige que as

propriedades sejam definidas de forma probabilística, sendo necessário definir estados. Segundo a TQ se dois estados são possíveis, a soma destes também é um estado possível. Esta premissa é conhecida como “Princípio de Superposição”.

Por outro lado, historicamente o princípio de incerteza apresenta interpretações distintas com relação à sua origem e significado. Chibeni (2005) apresenta três possíveis interpretações para o Princípio de Incerteza, duas das quais propostas pelo próprio Heisenberg e uma terceira definição proposta por Born e Schrödinger. Portanto, salienta-se a necessidade de que a Física seja apresentada numa descrição formal em que os conceitos estejam em concordância em relação ao nível cognitivo e epistêmico. Os principais conceitos para a transposição didática do modelo clássico para o modelo quântico probabilístico podem ser interpretados através de experimentos simples, experimentos de pensamento, ou de uma versão simplificada do formalismo quântico. Porém, os aspectos filosóficos, principalmente as limitações das possíveis interpretações, norteiam muitas das concepções acerca dos próprios conceitos. Os modelos clássicos ainda são salientados no nível superior e não leva em consideração os quesitos discutidos anteriormente. Sendo assim, explicita-se aqui a necessidade do estudo de abordagens que reflitam as necessidades dos estudantes, o caráter fenomenológico da ciência, assim como seu aspecto filosófico, como construção do pensamento humano.

Como conteúdo programático de disciplina a nível superior verifica-se que a teoria geral que constitui a fundamentação teórica ainda é restrita aos conceitos iniciais da TQ e a interpretação de Copenhagen, outras interpretações ainda se encontram distante da sala de aula. Não é alvo deste trabalho a discussão das causas dessa exclusão, mas sim a apresentação de uma breve proposta para aproximar dos discentes as interpretações. Apresentamos apenas um pequeno recorte da produção de nossa tese de doutorado. Essa proposta reconhece no professor uma peça fundamental no processo ensino-aprendizagem, de modo que visa oferecer-lhe uma abordagem eficaz para a realização de aulas dinâmicas e compreensíveis sobre as diferentes interpretações da TQ. Tratando-se de um estudo introdutório, sugerimos a leitura dos textos de Freire Jr. (2008) e Paulo (2006) mediado pelo professor(a) e, na sequência, a leitura de Pessoa Jr (2006b) para mobilizar a incorporação sobre as interpretações da teoria. Essa discussão poderá ser oportunizada a partir do enquadramento de características chaves de cada uma delas com uso do Quadro 1.

QUADRO 1: Enquadramento de características chaves de Interpretações da Teoria Quântica

INTERPRETAÇÃO	Determinística?	Função de onda real?	Um universo?	Evita variáveis ocultas?	Evita colapso da função de onda?
Complementaridade					
Onda Piloto					
Histórias consistentes					
Ortodoxa realista					
Universos Múltiplos					
Estados quânticos como potencialidades					
Interpretação Modal					
Histórias Decoerentes (Ontologia)					
Histórias Decoerentes (Epistemologia)					

É proposto um exercício operacional que poderá facilitar a compreensão e familiarizar os discentes com várias interpretações da TQ. Um estudo sistemático das interpretações da TQ é ainda uma utopia nos cursos de física. No entanto, é uma tarefa interessante e necessária a se realizar. Aproximar uma sistematização comparativa das interpretações, delineando as principais teses que cada visão responde, quais afirmações de fato correspondem a uma ontologia específica e quais são apenas a atribuição de um rótulo, quais problemas são varridos para debaixo do tapete, e como agrupar as interpretações de maneira satisfatória são ações relevantes para a aprendizagem. Esse é apenas um exemplo, um estudo mais aprofundado sobre interpretações deve sempre ser incentivado aos discentes.

Considerações

Evidentemente, não seria possível entrar aqui em mais detalhes a respeito de cada uma destas interpretações, ainda mais considerando que algumas delas exigem, no seu desenvolvimento, o uso, em nível avançado, do formalismo abstrato da TQ. No entanto, chamamos atenção dos professores e estudantes de física para a percepção de que uma interpretação pode ser discutida em relação à ontologia, uma interpretação pode conceber um objeto quântico de maneira corpuscular, ondulatória ou dualista; e ainda quanto às atitudes epistemológicas, tem-se duas básicas o realismo e positivismo.

Torna-se importante esse conhecimento por superar certas dificuldades no ensino, pois: (a) muitas vezes é tratada superficialmente, de maneiras que não são significativas para estudantes além dos contextos específicos em que as discussões ocorrem; (b) os estudantes desenvolverão suas próprias ideias sobre fenômenos quânticos, particularmente quando os instrutores não atendem a eles; e (c) para o estudante as interpretações tendem a ser mais classicamente intuitivas em contextos onde a instrução é menos explícita.

A abordagem das diversas interpretações pode ajudar professores de física de curso superior a oferecer a seus alunos uma visão mais completa e menos enviesada das possíveis interpretações, uma teoria tão sólida matematicamente, mas ao mesmo tempo tão ambígua no que diz respeito ao que ela nos informa acerca da realidade. Assim, o estudante estará consciente de que está trabalhando com uma dada interpretação da teoria quântica e não com “a” sua interpretação.

Ademais, destacamos que é desejável que a imagem da física quântica difundida pelos livros didáticos e pela história da ciência seja voltada para o conhecimento das diversas interpretações, ou seja, que ao estudante se apresente a pluralidade de interpretações e proporcione um olhar mais aguçado sobre a natureza da ciência de modo a produzir um ensino mais significativo e esclarecedor, tanto quanto aos conceitos, como quanto à atividade científica; rompendo com a abordagem usualmente apresentada dos cursos tradicionais.

Agradecimento

À CAPES pelo apoio financeiro junto a pós-graduação.

Referências

BITBOL, M. (org.). *Physique Quantique et Representation du Monde*. La Flèche: Éditionsdu Seuil. 1992.

CHIBENI, S.S. (2005). Certezas e incertezas sobre as relações de Heisenberg. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.27, 1.2, pp. 181-192.

FREIRE Jr., O. As interpretações conflitantes da Mecânica Quântica. *Scientific American Brasil*, n.6, 2008; p. 87-91.

GHIRARDI, G. C., RIMINI, A., WEBER, T. Unified Dynamics for Microscopic and Macroscopic Systems, *Physical Review D*, v. 34, p. 470-91, 1986.

GRECA, I. M. **Construindo significados em mecânica quântica: resultados de uma proposta didática aplicada a estudantes de física geral**. 2000. Tese (Doutorado em Física), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

GRECA, I. M., FREIRE JR, O. Ênfase conceitual e interpretações no ensino da Mecânica Quântica. In. *Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais / organizadores, Olival Freire Jr., Osvaldo Pessoa Jr., Joan Lisa Bromberg.* – Campina Grande: EDUEPB/ Livraria da Física, 2011. p.359-376.

JAMMER, M. *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*. Nova Iorque: Wiley, 1974.

JOHNSTON, I.D. CRAWFORD, K. and FLETCHER, P.R.. (1998). Students difficulties in learning quantum mechanics. *International Journal of Science Education*, 20:4, pp. 427-446.

PAULO, I. J. C. A aprendizagem significativa crítica de conceitos da mecânica quântica segundo a interpretação de Copenhagen e o problema da diversidade de propostas de inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio. 2006. 235f. Tese (Doutorado en Enseñanza de las Ciencias) - Universidade de Burgos, Burgos, 2006.

PAULO, I. J. C. e MOREIRA, M. A. O problema da linguagem e o ensino da mecânica quântica no nível médio. *Ciênc. educ. (Bauru)* vol.17 no.2 Bauru, 2011.

PESSOA JR., O. As Interpretações da Física Quântica, in AGUILERA-NAVARRO, M.C.K., AGUILERA-NAVARRO, V.C., GOTO, M. (orgs.) *Anais III Semana da Física*. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, p. 137-87, 1998.

_____. Introdução histórica à Teoria Quântica, aos seus problemas de fundamento e às suas interpretações. *Caderno de física da UEFS 04 (01 e 02)*: 89-114, 2006a.

_____. Mapa das Interpretações da Teoria Quântica. In: Martins, R.A.; Boido, G. & Rodríguez, V. (orgs.), *Física: Estudos Filosóficos e Históricos*, AFHIC, Campinas, 2006b, pp. 119-52. ISBN: 85-904198-2-7.

SCHRÖDINGER, E. [1951] Science et Humanisme: la Physique de Notre Temps. In: BITBOL, M. (org.). *Physique Quantique et Representation du Monde*, pp. 21-87. Tradução do inglês por: LADRIERE, J. La Flèche: Éditions du Seuil. 1992.

VAN FRAASSEN, B. *Quantum Mechanics. An Empiricist View*. Oxford: Oxford Scholar ship. Online. 1991.

ZEH, H.D. There are no Quantum Jumps, nor are there Particles! *Physics Letters A*, v. 172, p. 189-92, 1993.

IDENTIDADE CIENTÍFICA DE MULHERES: POSSIBILIDADES PARA O USO DA HISTÓRIA DE SONJA ASHAUER NA EDUCAÇÃO

WOMEN'S SCIENTIFIC IDENTITY: POSSIBILITIES FOR THE USE OF THE SONJA ASHAUER'S HISTORY IN EDUCATION

Barbra Miguele de Sá ¹, Ivã Gurgel ²

¹ Mestrado em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, barbra.sa@usp.br

² Instituto de Física da Universidade de São Paulo / Departamento de Física Experimental, gurgel@usp.br

Resumo

A física é conhecida como uma área pouco atrativa às mulheres. Uma das causas recentemente apontadas na literatura para isso se encontra nos estudos sobre a identidade como construção histórico-cultural. Neste sentido, a baixa motivação de meninas nas disciplinas científicas pode estar vinculada à percepção de uma incompatibilidade cultural entre elas e uma ideia estereotipada de ciência. Uma das possibilidades para o enfrentamento deste problema se dá a partir do uso da história da ciência como ferramenta para transformação dos estereótipos disseminados sobre as características necessárias de um ou uma cientista. Tendo isto em consideração, e sabendo que uma das principais barreiras para o uso de história da ciência no ensino é a falta de materiais adequados, neste trabalho apresentamos a trajetória científica da física Sonja Ashauer (1923-1948), conhecida por ser a primeira mulher brasileira a obter um PhD em física. Através dela, analisa-se diferentes aspectos da natureza da ciência que podem ser explorados por meio deste episódio, buscando assim dar destaque às suas potencialidades educacionais. Sua história não apenas serviria como motivadora para meninas brasileiras se engajarem na ciência, mas também permite explorar uma série de práticas e dinâmicas da pesquisa em física no Brasil na década de 1940.

Palavras-chave: Mulheres na física, física brasileira, identidade, Sonja Ashauer

Abstract

Physics is known as an unattractive area for women. One of the causes pointed out by literature recently can be found in studies on identity as a historical-cultural construction. In this sense, the lack of motivation in girls may come from the perceived incompatibility between them and a stereotyped idea of science. A possibility to face this problem comes from the use of history of science to transform the transmitted stereotypes about what is need to be a scientists. Taking this into account, and and remembering that one of the main barriers for the use of the history of science in teaching is the lack of materials, in this work we present the scientific trajectory of Sonja Ashauer (1923-1948), known for being the first Brazilian woman with a PhD in physics. From it, we analyze different aspects of the nature of science that can be explored through this episode, thus seeking to highlight its educational

potential. Her history would not only serve as a motivator for Brazilian girls to engage in science, but it's also a possibility to explore a series of research practices and dynamics undertaken by Brazilian physicists during the 1940s.

Keywords: Women in physics, Brazilian physics, identity, Sonja Ashauer.

1. Introdução: o baixo interesse de mulheres pela física

Uma série de estudos dedicados à discussão e sistematização sobre a presença e o papel das mulheres na ciência têm sido desenvolvidos desde a década de 70, como resultado de intensa transformação cultural impulsionada pelo movimento de libertação das mulheres (Schiebinger, 1999). Esta época marcou também o momento de intensificação do acesso de mulheres aos níveis superiores de educação no Brasil (Guedes, 2010) e no mundo (Schiebinger, 1999; 2003) assim como o aumento de sua inserção no mercado de trabalho (Guedes, 2010).

Apesar das transformações conquistadas e de sua maior inserção nas universidades nos últimos 40 anos – mais de 56,9% das matrículas em cursos de graduação no Brasil e mais de 46% das docentes universitárias (INEP, 2018) –, ainda existem áreas em que a ocupação feminina continua a ser muito baixa.

De acordo com o relatório *Gender in the Global Research Landscape* (Elsevier, 2015), o número de pesquisadoras mulheres no Brasil já é proporcional ao de homens (49%). Porém, na física e em outras ciências exatas, o mesmo cenário não é observado – elas são apenas 33% em Física e Astronomia (Ibid.). Este problema não é exclusividade brasileira, visto que o mesmo relatório apresenta resultados semelhantes nesta área em todos os países analisados (Ibid.).

Além de poucas mulheres entrarem para a carreira de pesquisa em física, outros estudos mostraram que jovens meninas na idade escolar não possuem interesse por esta disciplina. O projeto ROSE (*the Relevance Of Science Education*), que reuniu e analisou informações sobre como jovens estudantes de 15 anos em todo o mundo se relacionam com ciência e tecnologia, evidencia este problema (Sjøberg e Schreiner, 2010). De acordo ele, meninas possuem menos interesse por ciência e tecnologia do que meninos em quase todo o mundo (Ibid.).

Boa parte das pesquisas dedicadas a compreender os fatores causadores de tais disparidades tem apontado para fatores socioculturais – como o problema do acesso às instituições científicas, a dificuldade em balancear a pesquisa e a maternidade etc. – como algumas das principais causas para a ausência de mulheres na física (Lewis et al., 2016). Na seguinte seção, discutiremos como um desses fatores, a saber a construção de identidade, segundo a perspectiva da psicologia social, tem sido investigada nos últimos anos como relevante para o afastamento de meninas e de outros grupos minoritários da ciência.

2. Identidade científica e pertencimento: gênero como fator relevante

Uma das possíveis causas recentemente apontadas na literatura para a ausência de mulheres nas ciências exatas, especialmente na física, pode ser encontrada em estudos que exploram o papel da construção de identidades culturais

junto ao ensino de ciências (Brickhouse e Potter, 2001; Lewis et al., 2016; Steinke, 2017).

A identidade pode ser compreendida de diversas maneiras. De acordo com Brickhouse e Potter (2001), ela seria o entendimento de si próprio em relação tanto às experiências passadas quanto a um potencial futuro, ou seja, às expectativas criadas sobre si. Identidade também é definida como o sentimento de semelhanças e diferenças percebidas entre alguém e determinados grupos (Lewis et al., op. cit.).

Não se trata de algo adquirido de forma solitária, apesar de ser construída seguindo um processo que, em certa medida, é individual (Deschamps e Moliner, 2009). Ao elencar alguns dos principais processos utilizados na formação das identidades, Deschamps e Moliner (op. cit.), estudiosos na área de psicologia social, afirmam que sua construção e evolução dependem fortemente das interações sociais. Os autores apontam para a criação de categorias e grupos de pessoas, assim como a associação desses grupos a estereótipos sobre eles, como fatores relevantes na construção da identidade.

Segundo eles, a categorização social seria o processo em que pessoas são agrupadas, e ao mesmo tempo se agrupam, de acordo com características comuns percebidas entre elas. Neste processo, características que indicam semelhança entre membros de um mesmo grupo são reforçadas em lugar das diferenças, e o oposto acontece entre membros de grupos distintos (neste caso, diferenças precisam sobressair às semelhanças). No seio deste processo, surge um importante efeito da construção de identidades: a criação de estereótipos (Ibid.).

Deschamps e Moliner definem os estereótipos como sendo “conjuntos de crenças relativas às características de um grupo” (Ibid., p. 33). Tais crenças, como apontam Cheryan e colaboradores (2015), mesmo que não digam respeito a todos, ou sequer da maioria dos membros de um mesmo grupo, ainda assim, possuem um grande poder para determinar atitudes sobre e entre eles.

A partir da percepção da pertença ou não a um grupo, o indivíduo se vê induzido (consciente ou inconscientemente) a assumir e reforçar determinados comportamentos estereotipados, esperados dele, como mecanismo para se ajustar e permanecer junto de seus semelhantes (Deschamps e Moliner, op. cit.). Em contrapartida, o mesmo indivíduo acaba negando outros comportamentos e habilidades que, mesmo não sendo contraditórios com suas características já assumidas, dizem respeito a outros grupos diferentes de seu grupo de pertença.

Neste sentido, muitos trabalhos têm argumentado que o desinteresse de jovens meninas pelas ciências exatas, assim como a baixa inserção de mulheres nessas carreiras, podem estar relacionados à percepção de uma incompatibilidade cultural entre a imagem de ciência e de seus participantes que chega até elas e os grupos aos quais elas se vêem pertencentes (Gurgel, Pietrocola e Watanabe, 2016), em geral definidos por seu gênero. O mesmo processo ocorreria com estudantes de outros grupos minoritários, de acordo com sua etnia, nacionalidade etc.

Em um estudo de 1957, Margaret Mead e Rhoda Métraux mostraram que a imagem de cientista compartilhada entre estudantes estadunidenses era a de um homem, idoso ou de meia-idade, excêntrico, muito inteligente e sempre usando jaleco branco e óculos. Além disso, ele trabalha sozinho e passa dias dentro do laboratório realizando experimentos perigosos (Mead e Métraux, 1957). Tal imagem estereotipada não é exclusividade da década de 50 ou dos EUA; estudos mais

recentes têm mostrado como ela ainda é disseminada entre jovens no Brasil (Reznik et al., 2017).

A partir disso, é possível compreender porque, em geral, meninas não criam interesse, ou não se vêem como capazes de aprender e produzir conhecimento em física e em outras ciências exatas. Além de entenderem a ciência como um espaço onde encontrarão poucos modelos e colegas do mesmo sexo com quem compartilhar semelhanças (Lewis et al., op. cit.), a ideia sobre o trabalho científico que elas têm é incompatível com uma série de expectativas socialmente impostas às mulheres, como o casamento e a maternidade, visto que tais papéis são dificultados com um trabalho de isolamento e dedicação integral (Cheryan, Master e Meltzoff, op. cit.).

Neste sentido, alguns estudos tem sugerido a transformação dos estereótipos sobre a ciência como necessário para atrair pessoas de grupos diversificados para esta atividade (Cheryan, Master e Meltzoff, op. cit.; Steinke, 2017).

3. História da mulheres físicas na educação científica

Um caminho possível para a transformação dos estereótipos sobre a ciência, seus métodos e seus produtores, se dá através da apresentação e discussão de alguns aspectos da natureza da ciência em sala de aula (Moura e Guerra, 2016), como o entendimento da ciência como prática humana condicionada por seu contexto histórico, social e cultural, e dos cientistas como seres humanos imersos neste contexto.

Neste sentido, a literatura especializada tem apontado para a história da ciência como recurso a ser considerado para o uso de tais abordagens dentro da educação científica (Silva et al., 2008; Moura e Guerra, 2016). Assim, na busca por compreender a ciência de forma contextualizada e humanizada, a abordagem histórica só se reveste de sentido ao descartar a tradição da história da ciência linear, dos “vencedores” ou dos “grandes gênios” (Silva et al., 2008; Moura e Guerra, 2016), que reforça os estereótipos mencionados acima. Tal tradição também teria contribuído para a perpetuação da ideia de que, no passado, mulheres não teriam participado da ciência.

Diversos trabalhos historiográficos já tem mostrado como, apesar da verdadeira baixa representatividade de mulheres na ciência e dos mecanismos políticos e institucionais que as impediram de adentrar este ambiente, houve mais mulheres cientistas ao longo da história no que nos diz a crença popular (Rossiter, 1982; Schiebinger, 2003). Contudo, tais trabalhos revelaram como, no passado, os principais espaços de atuação ocupados por mulheres não foram os de maior prestígio e reconhecimento (Rossiter, op. cit.; Schiebinger, 2003, op. cit.), o que, em certa medida, explica porque elas demoraram a se tornar alvos dos historiadores da ciência. Muitas delas atuaram como ajudantes de pesquisa, técnicas de laboratório, integrantes de equipes responsáveis por medições, coletas e cálculos de dados, divulgadoras ou mesmo simples aprendizes – estudantes e público de palestras científicas (Rossiter, op. cit.).

Desta maneira, a história da ciência, especialmente aquela que considera a participação de mulheres cientistas, além de servir à recuperação de personagens ocultados pela antiga tradição, não deixaria de abranger a questão sobre como a

ciência é praticada e como se dão as dinâmicas entre diferentes participantes deste empreendimento.

Diante disso e dos problemas de construção da identidade apresentados acima, trabalhos anteriores (Gurgel, Pietrocola e Watanabe, 2016) indicam como o contato, através da história, com praticantes da ciência com quem os estudantes compartilhem semelhanças (como gênero, etnia, nacionalidade etc.) serviria como condição motivadora para alterar suas atitudes quanto à ciência. Entretanto, tal contato depende da existência de materiais, o que ainda hoje é uma das principais demandas apontadas pelos defensores da história da ciência no ensino.

4. Sonja Ashauer

Considerando que a história da ciência pode ser utilizada como ferramenta significativa para desmistificar ideias estereotipadas sobre a ciência e seus produtores, neste trabalho apresentamos uma proposta de uso da trajetória científica de uma pesquisadora em particular: a física Sonja Ashauer, conhecida por ser a primeira mulher brasileira a conquistar um título de PhD em Física no exterior.

A escolha por explorar sua trajetória não abrange apenas demandas por mais exemplos de mulheres cientistas, mas lida também com outra dimensão da identidade: a nacionalidade, outro elemento fundamental da identidade cultural do indivíduo e, no caso brasileiro, frequentemente visto como conflitante com a ideia popular sobre a ciência, já que geralmente associamos a produção científica às grandes potências (Gurgel, Pietrocola e Watanabe, 2016).

Sonja Ashauer se formou em física pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP (FFCL), tendo sido parte de uma das primeiras gerações de físicos brasileiros com graduação em curso superior de Física sem vínculo com as graduações em engenharia (Dantes e Chassot, 2015). O curso, assim como o Departamento de Física da FFCL, eram liderados pelo físico teórico ítalo ucraniano Gleb Wataghin, uma figura importante por ter sido o proponente das primeiras linhas de pesquisa do país, em geral voltadas para assuntos de fronteira como raios cósmicos, eletrodinâmica quântica e astrofísica.

Wataghin foi professor de Ashauer e também seu supervisor desde o início de sua carreira acadêmica. Depois de formada, em 1944, ela passou a trabalhar como sua assistente na Cadeira de Física Teórica e Física Matemática. Muitos dos físicos formados na FFCL passavam por cargos de assistente, que era parte fundamental da carreira. Também sob a orientação de Wataghin, muitos deles, incluindo Sonja Ashauer, foram para o exterior com o objetivo de se integrar à comunidade científica mundial.

Entre 1945 e 1948, ela realizou doutorado em Cambridge, no Reino Unido, sob supervisão do físico britânico Paul A. M. Dirac, onde pesquisou alguns problemas teóricos da eletrodinâmica quântica. Em meio ao final da Segunda-Guerra e início do período pós-Guerra, havia poucas pessoas realizando pesquisas em física teórica nas universidades britânicas. Ainda assim, foi a partir deste período que Dirac, que dificilmente aceitava supervisionar pesquisas de pós graduação, começou a assumir um maior número de PhDs (Dalitz e Peierls, 1986), dentre eles Sonja Ashauer, Christie Eliezer, Subrahmaniyan Shanmugadhasan (ambos do Ceilão, atual Sri Lanka) e Harish-Chandra (da Índia).

Enquanto esteve em Cambridge, ela não deixou de manter comunicação com Wataghin através de troca de cartas onde relatava os andamentos de suas pesquisas, algumas experiências de convivência com Dirac e com outros professores que acabaram por substituí-lo na supervisão, como Nicholas Kemmer, e trazia algumas atualizações sobre os temas recentes de pesquisa em física teórica e matemática com os quais ela tinha contato na Europa, através de palestras, colóquios etc. Além disso, ela também cumpriu importante papel na tentativa de disseminar os trabalhos publicados por seus colegas da USP pelas universidades por onde passou – um exemplo disso é o fato de ela ter deixado exemplares de atas do primeiro Simpósio brasileiro sobre raios cósmicos nas bibliotecas da Universidade de Cambridge e também no Instituto de Estudos Avançados de Dublin.

A atuação de Ashauer como pesquisadora, porém, durou pouco tempo, pois em 1948, depois de defender sua tese e voltar para o Brasil, ela faleceu, com apenas 25 anos de idade. Apesar disso e também de não haver uma vasta obra científica sua, para além da tese de PhD e de alguns poucos artigos publicados durante o tempo passado em Cambridge, o estudo da trajetória científica de Sonja Ashauer revela uma série de mecanismos sobre como se deu a inserção de brasileiros (e cientistas de outras nacionalidades não europeias, como era o caso geral dos estudantes de Dirac durante os anos 40) em pesquisas em física teórica, em meio a um período extraordinário da história (a saber, o final da Segunda-Guerra e início do período pós-Guerra).

5. Discussões possíveis a partir da trajetória de Sonja Ashauer

Agora, nos resta perguntar: quais os possíveis caminhos a se seguir para uma utilização significativa da trajetória de Sonja Ashauer dentro da educação científica? Ainda, como tais caminhos justificam a necessidade de mais pesquisa historiográfica sobre ela e seus trabalhos?

Nos últimos anos, Sonja Ashauer tem ficado mais conhecida, ou ao menos, tem-se falado mais sobre ela, especialmente depois das publicações dos livros “Pioneiras da ciência no Brasil” (Melo e Rodrigues, 2006) e “Mulheres na Física: casos históricos, panoramas e perspectivas” (Saitovitch et al. (Org.), 2015), obras dedicadas a divulgar e tornar conhecidos os nomes de cientistas mulheres e ambas contendo uma biografia de Sonja Ashauer. Buscando por seu nome no *Google*, encontramos 6 resultados de datas anteriores a 2006, 53 publicados entre 2006 e 2015 e 169 publicados a partir de 2015, o que mostra o impacto dessas obras em seu reconhecimento. Ainda assim, grande parte das menções sobre ela se referem apenas ao seu pioneirismo como primeira brasileira doutora em física e à sua morte prematura, fato que é facilmente utilizado para transformá-la em heroína.

Os usos de sua história, porém, podem e devem abranger muito mais do que a simples exaltação de seu pioneirismo, retratando a personagem de forma mais complexa e humanizada. Se as mulheres na ciência brasileira continuarem a ser vistas apenas como figuras extraordinárias e inalcançáveis, então, falar sobre elas não serve nem à aproximação de meninas com a ciência nem à valorização da história da ciência nacional.

Como mostrado anteriormente, a trajetória científica de Sonja Ashauer coincide com a história dos primeiros envolvimento de físicos brasileiros em pesquisas de colaboração internacional em mecânica quântica e física nuclear, além da história das primeiras pesquisas em física teórica de fronteira no Brasil. Neste

sentido, o trabalho historiográfico sobre esta personagem permite, além da criação de uma narrativa que inclua a participação de uma mulher cientista no desenvolvimento da física brasileira, a compreensão de algumas das dinâmicas de circulação do conhecimento em mecânica quântica promovidas entre o Brasil e o resto do mundo no início do século XX.

As cartas trocadas entre Sonja Ashauer e Gleb Wataghin, por exemplo, são fontes que poderiam trazer uma série de reflexões sobre as práticas de pesquisa em física matemática na época, visto que nelas, Ashauer relata alguns dos problemas pesquisados além de certas angústias no decorrer da pós graduação, e sobre como novos temas de pesquisa podiam circular entre diferentes instituições do mundo.

6. Considerações Finais

Neste artigo, sugerimos a necessidade de se realizar pesquisa historiográfica a respeito da trajetória científica de Sonja Ashauer com vista a produção de materiais para se trabalhar com história das mulheres na física brasileira dentro da educação científica.

Argumentamos que a história da ciência pode exercer um papel importante na desmistificação e questionamento dos estereótipos sobre a ciência e seus praticantes, revelando-a enquanto construção histórica, sem ocultar os sujeitos que participaram de seu desenvolvimento, mesmo que estes tenham sido relegados a posições de menor prestígio, como foi o caso de muitas mulheres cientistas.

Mesmo acreditando que a educação científica não deveria contribuir para a reprodução de estereótipos que previamente excluem e desmotivam grupos marginalizados quanto à ciência, reconhecemos que o recrutamento de mini cientistas não é seu único, e muito menos mais importante, papel. Também é preciso considerar que o problema da falta de mulheres e de outras minorias na física não é causado apenas pela falta de representação, ou seja, o combate aos estereótipos sozinho não é suficiente para solucionar esta questão, assim como também não basta aumentar os números dessas pessoas nas instituições científicas. Tem sido bastante apontado pela literatura feminista sobre a ciência, e concordamos com este ponto, que a cultura da ciência em si é contraditória com os movimentos de libertação das minorias e portanto ela mesma, em suas práticas e valores, exclui essas pessoas. Neste sentido, lembramos que uma verdadeira transformação do cenário passa também por reformas na cultura da ciência.

7. Referências

BRICKHOUSE, N.W.; POTTER, J.T.. Young women's scientific identity formation in an urban context. **JRST**, v. 38, n. 8, pp. 965–980, 2001.

CHERYAN, S.; MASTER, A.; MELTZOFF, A.N.. Cultural stereotypes as gatekeepers: increasing girls' interest in computer science and engineering by diversifying stereotypes. **Frontiers in Psychology**, v. 6, artigo 49, 2015.

DALITZ, R.H.; PEIERLS, R.. Paul Adrien Maurice Dirac. 8 August 1902-20 October 1984. **Biogr. Mem. Fell. R. Soc.**, n. 32, pp. 138-185, 1986.

DANTES, M.A.M.; CHASSOT, Walkiria C.F.. Sonja Ashauer (1923-1948). In: SAITOVITCH, E.M.B. et al (Org.). **Mulheres na Física: casos históricos, panoramas e perspectivas**. São Paulo: Livraria da Física, 2015. pp. 95-113.

DESCHAMPS, J.-C.; MOLINER, P.. **A Identidade em Psicologia Social**: Dos processos identitários às representações sociais. Tradução de Lúcia M. Endlich Orth. Petrópolis RJ: Editora Vozes, 2009.

ELSEVIER. **Gender in the global research landscape report**. Elsevier, 2017.

GUEDES, M.C.. A inserção dos trabalhadores mais escolarizados no mercado de trabalho brasileiro: uma análise de gênero. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 8, n. 1, pp. 55-75, mar.-jun.2010.

GURGEL, I.; PIETROCOLA, M.; WATANABE, G.. The role of cultural identity as a learning factor in physics: a discussion through the role of science in Brazil. **Cultural Studies of Science Education**, v. 11, pp. 349-370, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2017**. Brasília: Inep, 2018. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>>. Acesso em: fev. 2020.

LEWIS, K.L. et al.. Fitting in or opting out: A review of key social-psychological factors influencing a sense of belonging for women in physics. **Phys. Rev. Phys. Educ. Res.**, v. 12, n. 2, 020110(1-10), ago. 2016.

MEAD, M.; MÉTRAUX, R.. The Image of Scientist among High-School Students. **Science**, v. 126, n. 3270, pp. 384-390, 1957.

MELO, H.; RODRIGUES, L.M.. **Pioneiras da ciência no Brasil**. SBPC: São Paulo, 2006.

MOURA, C.; GUERRA, A.. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências?. **RBPEC**, v. 16, n. 3, pp. 725-748, dez. 2016.

REZNIK, G. et al.. Como adolescentes aprendem a ciência e a profissão de cientista?. **Revista de Estudos Feministas**, v. 25, n. 2, p. 829-855, ago. 2017.

ROSSITER, M.. **Women Scientists in America**: Struggles and Strategies to 1940. Johns Hopkins University Press: Baltimore, 1982.

SAITOVITCH, E.M.B. et al (org.). **Mulheres na Física**: casos históricos, panoramas e perspectivas. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

SCHIEBINGER, L.. **Has Feminism Changed Science?**. Cambridge MA: Harvard University Press, 1999.

_____. The Philosopher's Beard: Women and Gender in Science. In: PORTER, R. (ed.). **The Cambridge History of Science**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. cap. 8, pp. 184-210.

SILVA, C.P. da et al.. Subsídios para o uso da história das ciências no ensino. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, pp. 497-517, 2008.

SJØBERG, S.; SCHREINER, C.. **The ROSE Project**: An overview and key findings. Naturfagsenteret, University of Oslo, Oslo, 2010.

STEINKE, J.. Adolescent Girls' STEM Identity Formation and Media Images of STEM Professionals: Considering the Influence of Contextual Cues. **Frontiers in Psychology**, v. 8, artigo 716, mai. 2017.

CARTA DE ISAAC NEWTON A FRANCIS ASTON: CONTEXTUALIZANDO ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

LETTER FROM ISAAC NEWTON TO FRANCIS ASTON: CONTEXTUALIZING ASPECTS OF THE NATURE OF SCIENCE IN PHYSICS TEACHING

Carlos Alberto Chaves¹, Ivã Gurgel², Valéria Silva Dias³

¹Instituto de Física da USP, carlos.alberto.chaves@usp.br

²Instituto de Física da USP/FEP, gurgel@if.usp.br

³Instituto de Física da USP/FAP, valeria.dias@usp.br

Resumo

É crescente o interesse sobre história da ciência (HC) articulada ao ensino de física (EF). Sendo a importância da HC reconhecida, inclusive por documentos oficiais como PCNs, BNCC e livros didáticos do PNLD, na elaboração de aulas mais contextualizadas. Apesar disso, alguns problemas persistem, como as histórias anedóticas de “gênios isolados”, a falta de formação de professores e materiais adequados, entre outros. Neste trabalho partimos da possibilidade de pesquisa historiográfica, com uso de fonte primária (tradução de carta de Newton), para abordagem de aspectos contextuais da Natureza da Ciência (NdC) em sala de aula. Para o trabalho foi feita tradução de Carta enviada por Isaac Newton à Francis Aston, em 18 de maio de 1669, na qual Newton, comumente conhecido apenas por parte de sua produção científica, orienta o estudante na organização de uma viagem pela Europa. O documento, apresenta de forma sintética elementos pouco discutidos no EF sobre Newton, como seus interesses políticos, econômicos, religiosos, alquímicos e de suas relações sociais. O material foi utilizado no contexto de estágio junto a duas disciplinas da graduação em licenciatura em física da Universidade de São Paulo: Metodologia e Práticas em Ensino de Física, a partir das quais refletimos sobre as possibilidades do professor como pesquisador no uso de HC no ensino.

Palavras-chave: História da ciência, Natureza da ciência, Isaac Newton, Fonte primária, professor pesquisador

Abstract

In the last decades, there has been a growing interest in the use of history of science (HC) linked to the teaching of physics. Despite the recognized importance of using HC to develop more contextualized classes, including official documents (PCNs and BNCC) and textbooks, some problems persist, such as a history of “isolated geniuses” and out of context, the lack of training for teachers and suitable materials etc. Starting from HC, using primary source, we present contextual aspects of Nature of Science (NOS) for the classroom. The translation of the Letter sent by Isaac Newton to Francis Aston, May 18 1669. in which Newton, known only daily by his scientific production, guides the student in organizing a trip through Europe. The document, cited by researchers, presents in a synthetic way elements little discussed

in the teaching about the character, such as his political and economic, religious and alchemical interests and his social relations. The material was used in the context of an internship with two undergraduate courses in undergraduate physics at the University of São Paulo: Methodology and Practices in Physics Teaching, from which we reflected on the use of primary sources and the teacher's potential as a researcher for HC use.

Keywords: History of science, Nature of science, Isaac Newton, primary sources, researcher teacher.

A importância e alguns problemas da História da Ciência no Ensino.

Nas últimas décadas, ampliaram-se pesquisas sobre História da Ciência (HC) no Ensino. O interesse nesta temática também pode ser aferido por documentos oficiais (PCNs, BNCC) e livros didáticos. Sua importância para a humanizar os produtores da ciência, gerar interesse e superar uma visão de ciência cronológica, racional, inquestionável e acabada é conhecida há muito tempo. Diversos cursos científicos apresentam disciplinas que tratam tópicos em HC desde os anos 80 (BASSALO, 1992). Contudo, uma questão persiste “Como trabalhar HC articulada ao Ensino de Física (EF)?”

Apesar de certo consenso na literatura sobre a importância da HC no Ensino, faltam trabalhos que indiquem práticas e materiais para a sala de aula (TEIXEIRA, 2009). A pesquisa em HC se desenvolveu de forma a considerar não somente fatores isolados (personagens, contextos e eventos) mas os processos, práticas, influências, apagamentos e permanências ao longo do tempo. O dinamismo da pesquisa em HC acrescenta desafios ao seu uso no EF, tendo em vista que os conhecimentos trabalhados na escola são, via de regra, os conhecimentos bem estabelecidos enquanto componentes curriculares. Utilizaremos uma fonte primária, com pesquisa complementar fontes secundárias.

No Ensino o uso de fontes primárias -originais criados na época do episódio investigado- (KRAGH, 2003) pode ser um recurso interessante para dar voz a personagens em primeira pessoa e fomentar a interação dos estudantes com textos de outras épocas. A escolha de materiais deve ser feita sempre a partir dos objetivos pedagógicos de cada proposta. Forato (2009) discute como fundamental a problemática acerca da transposição didática, transformação de um objeto de saber (no caso a história da ciência) em um objeto de ensino, a partir de adaptações que facilitem o uso em sala de aula. Por vezes, a adaptação torna-se problemática por induzir imprecisões sobre a Natureza da Ciência (NdC) e a HC, por exemplo, a simplificação de personagens e contextos, utilização de episódios históricos como mera ilustração de uma ciência imutável, de método único, etc.

Para evitar esses problemas, em nosso trabalho, utilizamos fonte primária e recorremos à contraposição de fontes secundárias -narrativas criadas por historiadores ou materiais instrucionais, pois, os documentos, por si só, não revelam qualquer verdade sobre o passado. Seus valores e seus significados são construídos a partir das perguntas e das interpretações do historiador- (KRAGH, 2003) sobre o período e personagem, para contextualizar a fonte primária e contribuir com uma visão mais ampla sobre a NdC.

Aspectos da Natureza da Ciência e "visões deformadas"

A NdC é a elaboração não somente do conhecimento da ciência, mas sobre a ciência na qual diferentes agentes, como sociólogos, historiadores, epistemólogos e os próprios cientistas, formularem a respeito. Para além da multiplicidade de agentes, existem controvérsias internas aos campos de pesquisa (p.e. os dissensos da HC). Ainda assim, propostas de ensino que tem como mote a NdC evitam as controvérsias, refletindo somente uma suposta visão consensual. (BAGDONAS et al., 2012).

Para não reduzir o ensino de ciências à mera memorização de slogans sobre a pretensa verdadeira natureza da ciência, é essencial que os aspectos da natureza da ciência sejam apresentados de forma mais rica a partir de episódios históricos. (BAGDONAS et. al., p.5, 2012)

Dentre outros fatores, a não discussão sobre NdC e/ou a ênfase em abordagens a-históricas e somente consensuais, têm feito alunos e professores apresentarem concepções inadequadas e ingênuas sobre NdC. Em levantamento bibliográfico Teixeira (2009) apresenta, as principais concepções inadequadas de estudantes de física sobre NdC.

compromisso com uma visão epistemológica absolutista, de acordo com a qual uma forma de conhecimento pode ser entendida como definitiva e absolutamente verdadeira; uma visão empírico-indutivista da ciência, segundo a qual o conhecimento científico é obtido por generalização indutiva a partir de dados de observação destituídos de qualquer influência teórica e/ou subjetiva, o que asseguraria a natureza verdadeira das proposições científicas; crença na existência de um método único, que seria capaz de assegurar a verdade absoluta das afirmações científicas sobre o mundo; ausência de reconhecimento do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico; falta de compreensão dos conceitos metateóricos 'fato', 'evidência', 'observação', 'experimentação', 'modelos', 'leis' e 'teorias', bem como de suas inter-relações etc. (TEIXEIRA, 2009, p. 533)

Cachapuz (2005) apresenta outras concepções deformadas: visão descontextualizada; concepção individualista e elitista; visão rígida, algorítmica, infalível; visão acumulativa, de crescimento linear e visão aproblemática e a-histórica. Assim um dos desafios é o de encontrar táticas de ensino que permitam superar tais visões deformadas, apresentando a ciência de forma crítica, como uma construção humana.

Apresentamos o potencial do "professor como pesquisador" para trabalhar HC no EF, em seguida abordamos o material -carta de Isaac Newton, traduzida e adaptada para uso na proposta- e, por fim, discutimos a atividade em sala de aula.

O professor como pesquisador.

Como uma primeira aproximação para superar as questões elencadas anteriormente, destacamos a necessidade de um professor preocupado com questões teóricas e metodológicas, considerando os sujeitos para os quais se destinam suas práticas (FAGUNDES, 2016, p.4). Não basta, ao docente, entender a HC ou aspectos da NdC, mas entendê-los visando uma conduta em sala de aula, articulando-a aos objetivos pedagógicos (FORATO, 2009).

Assim, indicamos como possibilidade a forma "professor como pesquisador", que é uma maneira de articular aspectos teóricos de pesquisa em HC à sala de aula

e suas demandas. A possibilidade de entendimento do docente como um pesquisador de/para sua prática, além de contribuir com a formação, do professor e dos estudantes, pode ajudar a superar tensões de comunicação entre o ensino superior e a educação básica.

A forma professor como pesquisador foi utilizada pelo autor principal do texto no contexto de estágio na disciplina Metodologia em Ensino de Física, no formato de Projeto de Investigação Docente (PID). A mesma atividade foi transposta já reelaborada na disciplina de Práticas em Ensino de Física. Tendo como principal resultado a comunicação entre diferentes sujeitos, docentes do ensino básico, professores em formação (estagiários), professores universitários (responsáveis pelas disciplinas e orientadores), pesquisadores de ensino (monitores das disciplinas e outros colegas) todos com o objetivo de contribuir com o aprendizado dos estudantes e com a pesquisa de um tópico de HC e seu uso no EF.

A utilização da carta se inseriu em proposta didática que tinha como objetivo discutir estereótipos vinculados a cientistas, e visões deformadas da NdC. A proposta contou com três fases (aqui tratamos da terceira): 1ª fase: Criação de histórias coletivas, 2ª fase: debates sobre participação de cientistas na sociedade, 3ª fase: leitura e discussão sobre carta de Newton.

Carta de Isaac Newton a Francis Aston, 18 de maio de 1669.

Newton é frequentemente representado em materiais didáticos e de divulgação, que exaltam (somente) sua genialidade e o caráter positivista de suas práticas, como o idealizador de uma forma de fazer ciência de caráter alheio à sociedade de sua época e somente racional. Essa representação, que não se comprova historicamente, foi elaborada com motivação política desde o século XVIII, via ocultamento de aspectos metafísicos e supressão de fontes primárias.

No séc, há produção de HC com novas abordagens, preocupadas com contextos, graças a disponibilização de fontes primárias inéditas sobre o personagem. Atualmente, os manuscritos de Newton encontram-se digitalizados e disponíveis no acervo da Universidade de Cambridge e transcritos em TheNewtonProject.com.

Dentre os novos fatores interessantes emergiram os interesses de Newton por alquimia, economia, política, questões militares e religião (grande parte dos textos que só vieram a público no séc. XX). Convenientemente a carta que trabalhamos na proposta apresenta pontos para discussão de todos estes temas. A seguir apresentamos extratos do material com comentários. Tivemos conhecimento sobre o material por meio do trabalho "As origens sociais e econômicas dos Principia de Newton", do físico soviético Boris Hessen (1931) no qual é feita uma análise marxiana do Principia.

A carta de 18 de maio de 1669, de Isaac Newton a Francis Aston, é uma resposta de Newton a um pedido de instruções para viagem que Aston iria realizar pela Europa. A carta é escrita em tom solícito, podendo ser dividida em três partes, 1. Orientações gerais sobre viagens, na qual Newton apresenta regras de conduta; 2. Orientação sobre interesses, aspectos gerais que um estudante viajante do séc. XVII deveria se atentar; 3. Orientações específicas sobre lugares e pessoas a serem investigadas.

A forma de Newton se relacionar com as regras de conduta nos interessa neste trabalho por apresentar um cientista solícito em tratar com seu correspondente, diferente das visões popularmente distorcidas sobre os cientistas.

Desta forma, primeiro, irei estabelecer algumas regras gerais, muitas das quais acredito que você já tenha considerado; se algumas forem novidade, então estas justificam o resto da carta e, caso nenhuma te sirva, é mais castigo meu em escrevê-las do que será o seu ao ler. (NEWTON, 1669, p.1, tradução livre)

Neste período, séc. XVII, o tráfego das pessoas e da informação era feito por estradas, em carruagens ou à cavalo. As estradas inglesas, porém, tinham uma condição precária, muitas vezes permitindo a passagem apenas de uma carruagem por vez (HESSEN, 1931). Assim, as viagens poderiam durar semanas com o mesmo grupo, tornando inevitável a interação com os membros do comboio.

Quando você entrar em uma nova companhia de viagem, 1 - Observe os humores; 2 - Escolha seu lugar na carruagem, a insinuação tornará suas conversas mais livres e abertas; 3 - Deixe que seus discursos sejam mais abundantes em fontes de informações e dúvidas do que em disputas ou afirmações incisivas, considere que o desejo dos viajantes é aprender, não ensinar (ibdem.)

Newton apresenta a necessidade de manter boas relações durante toda a viagem, indicando uma série de regras gerais de convivência, que podem ser discutidas contemporaneamente. Contudo, alertamos sobre o risco de anacronismo, necessitando contextualização (p.e., era comum no Séc. XVII a prática de duelos.)

Se você for afrontado em um país estrangeiro, é melhor passá-lo em silêncio ou com uma piada, embora com alguma desonra, do que empenhar-se em uma vingança. Pois no primeiro caso, seu crédito não será ruim ao voltar para a Inglaterra ou não terá repercussão entre outra companhia que não ouviu falar da discussão mas, no segundo caso, você pode ter as consequências da briga enquanto vive, se sair vivo. [...] (ibdem.)

É notável que todos os interesses (em alquimia, política, defesa, etc) aparecem articulados entre si e muitas vezes com viés econômico e nacional, o que permite a discussão sobre a impossibilidade de existência de uma ciência neutra.

1 - observar a riqueza política e os assuntos de Estado das nações, na medida em que um viajante solitário pode fazer de forma conveniente. 2 - Suas regras sobre os tipos de negócios ou riquezas locais. 3 - Suas leis e costumes, até onde eles diferem dos nossos. 4 - Seus ofícios e artes, onde eles se destacam ou ficam aquém dos da Inglaterra. 5 - As fortificações que encontrar, seu estilo e as vantagens para a defesa; e outros assuntos militares conforme consideráveis. 6 - O poder e respeito pertencente aos seus graus de nobreza ou magistratura. 7 - Não será tempo perdido fazer um catálogo de nomes e excelências daqueles homens que são mais sábios ou estimados em qualquer nação. 8 - Observe o mecanismo e a maneira de guiar navios. (ibdem.)

[...] Os preços da alimentação e outras coisas. 11 - E as mercadorias disponíveis nos locais. (ibdem.)

Em 1972, Newton publicou um artigo preliminar do que viria a ser sua tese sobre a decomposição da luz. Para elaborar seus argumentos, além de recursos teóricos e epistemológicos, ele utilizou ao menos 6 aparatos experimentais compostos por prismas e lentes (SILVA, 2003), justificando seu interesse na produção do instrumento.

[...] Foi recentemente inventado na Holanda um maquinário para fabricar e, penso que também, polir lentes planas, talvez valha a pena o tempo para vê-lo. (ibdem.)

No ano de escrita da carta (1669) Newton estava escrevendo trabalhos em alquimia, a biografia “Isaac Newton: o último dos feiticeiros.” (WHITE, 2000) apresenta este interesse em metafísica, anteriormente negado. Pode ser usado para a discussão de aspectos da NdC e a questões de demarcação dos conhecimentos.

[...] Observe os produtos da natureza em diversos lugares, especialmente as formas de mineração e de extração de metais ou minerais fora de tratamento e refinamento e se você encontrar alguma transmutação de uma espécie para outra (como de ferro para cobre, de qualquer metal em mercúrio, de um sal em outro em um corpo insípido, etc) e acima de todos os que se apresentarem como dignos de notas como sendo os mais esclarecedores e muitas vezes os mais lucrativos experimentos também em filosofia. (ibdem.)

Newton também era teólogo, tendo produzido textos de análise sobre escritos bíblicos, apesar de não aparecer explicitamente em muitos trechos do material, é interessante ao docente comentar como se constituíram as relações entre ciência e religião ao longo da história.

Eu estou muito cansado e não vou me estender em um longo complemento, apenas desejo-lhe uma boa jornada e que Deus esteja com você. [...] Reze, nos mande notícias sobre suas viagens. (ibdem.)

A proposta experimentada em sala de aula

Como elencado anteriormente, neste trabalho apresentamos a terceira fase de uma proposta didática mais ampla planejada durante o primeiro semestre letivo de 2019 e realizado em duas escolas distintas com 5 turmas de 1 ano do Ensino Médio, ao longo do ano. Essas atividades foram realizadas no contexto de estágio junto a duas disciplinas da graduação em licenciatura em física da Universidade de São Paulo: Metodologia e Práticas em Ensino de Física.

A proposta completa apresenta três etapas distintas que se relacionavam e se complexificavam progressivamente, do abstrato para o histórico. O principal objetivo foi discutir os estereótipos e visões sobre a ciência apresentados pelos estudantes, relacionando as formas de expressão destes com a atividade científica por meio da história da ciência.

As proposta foi dividida em: fase 1: "elaboração de história coletiva", sobre “O que é ciência ?” na qual os estudantes elaboraram oralmente uma narrativa que deveria contar com “como é o/a cientista”, “como é a pesquisa”, “como é o trabalho”, “Local” e “percepção da sociedade”; essa história foi gravada, transcrita e rediscutida com as turmas; fase 2: "Debate se cientista deve se preocupar somente com a pesquisa ou com questões políticas e sociais"- a partir das narrativas dos estudantes sobre o que é ciência foram elaborados argumentos para um debate sobre a participação, ou não, do cientista na sociedade, contando com dados da atualidade; fase 3 (apresentada neste trabalho): Leitura e discussão sobre carta de Newton e sua representação na história - discussão dos pontos apresentados neste trabalho sobre as várias formas de representação histórica de um personagem e aspectos da natureza da ciência, relacionando com as atividades anteriores.

Foi possível elencar uma série de imagens que os estudantes associam a NdC, como a produção e cientistas isolados, impopularidade, entre outros. A discussão da NdC com uso da HC para humanizar o empreendimento científico

apresentou potencialidades -com os estudantes participando mais ativamente e coletivamente das aulas e demonstrando interesse; mas também limitações, especialmente em relação ao tempo de dedicação e de realização da proposta, também sobre sua vinculação ao restante do currículo.

Todo o processo de elaboração da sequência foi acompanhado por diversos sujeitos (como indicado anteriormente), na sugestão de textos, análise das produções e na tradução e adaptação da carta. As atividades com a carta foram de leitura e discussão, dividida em duas partes: a primeira sobre estereótipos e a segunda sobre representações na HC, a partir de algumas perspectivas das fontes secundárias e divulgação científica.

Os estudantes demonstraram interesse em ter um escrito de Newton, e a discussão sobre as dicas gerais de viagem foram acaloradas, com frases do tipo: "*Newton está mandando eu levar desaforo pra casa? Jamais.*" ou "Newton queria fazer dinheiro e aumentar seus lucros"; Nas demais partes da carta o foco foi sobre os diversos interesses e intervenções na sociedade que a ciência proporciona, bem como o "problema da demarcação" (o que é ou não ciência) discutido a partir da explicação sobre o que foi a alquimia e o interesse de Newton nesse campo.

Entendemos como problemas de execução a falta de articulação orgânica do uso de HC com todo o currículo, o que pode ser parcialmente explicado pelo tempo de reflexão e execução da proposta e pelo fato dela ter sido realizada no contexto de estágio, alguns momentos da aula também ficaram mais cansativos, especialmente nos comentários sobre as diferentes representações de Newton na história -como foi o assunto mais pesquisado contou, no primeiro momento, com uma abordagem mais expositiva, explicando as nuances das diferentes representações na HC, porém, os estudantes não demonstraram muito interesse nessa forma, assim nas últimas turmas a proposta foi adaptada para leitura e discussão de alguns pontos específicos da carta enquanto ocorria a contextualização ao longo da leitura.

Para sanar estas questões talvez seja possível pensar em formas de trabalhar com o material de maneira mais dinâmica, separar as discussões ao longo de mais aulas e organizar o currículo desde o início contando com discussões de HC.

Considerações

Nosso trabalho faz uma primeira aproximação para indicação de uma forma de atuação docente -professor como pesquisador- na articulação entre HC e EF, explicitando a realização da proposta em sala de aula; por abordar tantas questões ainda em aberto não pretende esgotar o tema mas contribuir com um grãozinho para esses campos de pesquisas imensos, bonitos e desafiadores que são a História da Ciência e o Ensino de Física.

A proposta apresentada deve ser adaptada aos novos contextos e a carta traduzida está disponível online, bem com as outras etapas da proposta didática que foram apresentadas em outro trabalho.

Para utilização de história da ciência de forma concisa e crítica é necessário uma boa formação, assim, assumir a prática de "professor como pesquisador" nos pareceu bastante promissora, embora saibamos que para sua efetivação seja necessária a valorização docente e maior proximidade entre ensino básico e ensino superior. Destacamos ser necessária a realização de mais estudos.

Referências

BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Críticas à visão consensual da natureza da ciência e a ausência de controvérsias na educação científica: o que é ciência, afinal?. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, p. 1-9, 2012.

BASSALO, José Maria Filardo. A importância do estudo da história da ciência. **rev. da SBHC**, v. 8, p. 57-66, 1992.

CACHAPUZ, Antonio; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. 2005.

FAGUNDES, TATIANA BEZERRA. Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente. **rev. br. de educação**, v. 21, n. 65, p. 281-298, 2016.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. Tese Doutorado. São Paulo: FEUSP, v.1, 2009.

HESSON, Boris. As raízes sócio-econômicas do Principia de Newton. Tradução de Sylvia Ficher e Ruy Gama. In: Informe apresentado ao **II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia**. Londres, 1931.

JAPIASSU, Hilton. **O contexto mágico-religioso-político de Newton**. In.: **As Paixões da Ciência**: Estudo de história das ciências. São Paulo: Letras e Letras, 1991

KRAGH, Helge. Fontes. In: KRAGH, Helge. **Introdução à Historiografia da Ciência**. Porto: Porto Editora, 2003. pp. 133- 145.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, Milene; BUFFON, Alessandra. A história da ciência no currículo de física do ensino médio. **ACTIO: Docência em Ciências**, v.2, n.1, 2017.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da SBHC**, v. 9, n. 3-5, 1990.

NEWTON, Isaac. **Letter from Newton to Francis Aston**, 18 May 1669. transcrição. In: THE NEWTON PROJECT. MS Add. 9597/2/18/4, Cambridge University Library, Disponível em: <http://www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/diplomatic/NATP00227>. Acesso em: Fev. 2020

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SOUZA SILVA, Eider de; TEIXEIRA, Elder Sales; PENIDO, Maria Cristina Martins. Análise de propostas didáticas de física orientadas por abordagens históricas. **Cad. Br. de Ens. de Física**, v. 35, n. 3, p. 766-804, 2018.

TEIXEIRA, Elder Sales; FREIRE JR, Olival; EL-HANI, Charbel Niño. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

WHITE, Michael. **Isaac Newton**: o último dos feiticeiros. Rio de Janeiro: Record, 2000.

A ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA: CONSTRUINDO QUADROS TEÓRICOS DIDÁTICOS HISTÓRICO-INVESTIGATIVOS

THE HISTORICAL-INVESTIGATIVE APPROACH IN THE INITIAL TRAINING OF PHYSICS TEACHERS: BUILDING HISTORICAL-INVESTIGATIVE DIDACTIC THEORETICAL FRAMEWORKS

José Antonio Ferreira Pinto¹, Cibelle Celestino Silva²

¹Universidade de São Paulo/Programa Interunidades de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, antoniopinto@usp.br

²Universidade de São Paulo/Instituto de Física de São Carlos/Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências, cibelle@ifsc.usp.br

Resumo

Dadas as diferentes dimensões que envolvem o ensino de ciências, é improvável que uma única metodologia de ensino seja capaz de abordá-las em sua totalidade. A aprendizagem sobre ciência, aspectos de sua natureza ou aqueles relacionados à sua prática exigem, entre outras coisas, que as aulas de ciências em geral, e física em particular, extrapolem a exposição e reprodução de conceitos e fórmulas. Neste trabalho, assumimos a perspectiva de que aliando a História, Filosofia e Sociologia da Ciência à experimentação, na chamada abordagem histórico-investigativa contribui para a compreensão sobre a natureza da ciência. Buscamos responder quais desafios apresentados pelos(as) licenciandos(as) ao desenvolver atividades com abordagem histórico-investigativas? Quais os conhecimentos teóricos e práticos que podem ser mobilizados para o planejamento de atividades com abordagem HI? Investigamos como licenciandos(as) utilizam os quadros teóricos didáticos histórico-investigativos (QTDHI) em seu planejamento de atividades histórico-investigativas. Os QTDHI são um instrumento didático que visam promover a reflexão, além de fomentar e explicitar os níveis de argumentação e compreensão dos conhecimentos por parte dos licenciandos(as). Analisamos como a abordagem histórico-investigativa é incorporada pelos futuros professores de física, e buscamos delinear caminhos alternativos para a construção de repertórios didáticos próprios. O episódio histórico escolhido na criação e implementação das sequências de atividades histórico-investigativas envolve temas de eletricidade, particularmente a invenção da garrafa de Leiden.

Palavras-chave: História da Ciência. Abordagem Histórico-investigativa. Eletricidade. Formação inicial de professores. Ensino de Física.

Abstract

Given the different dimensions involved in science teaching, it is unlikely that a single teaching methodology is able to address them in their entirety. Learning about science, aspects of its nature or those related to its practice requires, among other things, that science classes in general, and physics in particular, go beyond the exposure and reproduction of concepts and formulas. In this work, we assume the

perspective that combining History, Philosophy and Sociology of Science with experimentation, in the so-called historical-investigative approach, contributes to the understanding of the nature of science. In the present paper answer the questions: which challenges do future teachers present when developing activities with a historical-investigative approach? What theoretical and practical knowledge can be mobilized to plan activities with using HI approach? We also investigate how pre-service teachers use historical-investigative didactic theoretical frameworks (HIDTF) in their planning of historical-investigative activities. The HIDTF are didactic tools that aim to promote reflection, in addition to promoting and explaining the levels of argumentation and understanding of knowledge by the undergraduate students. We analyze how future physics teachers incorporate the historical-investigative approach, and we seek to outline alternative paths for the construction of their didactic repertoires. The historical episode chosen in the creation and implementation of the sequences of historical-investigative activities involves themes of electricity, particularly the invention of the Leiden jar.

Keywords: History of Science. Historical-Investigative Approach. Electricity. Pre-service teachers' training. Physics Teaching.

Introdução

Pesquisas têm apontado a abordagem histórico-investigativa (HI) como uma alternativa para tornar o ensino mais crítico e favorecer a aprendizagem de conteúdos epistêmicos e não epistêmicos. A abordagem HI baseia-se na moderna historiografia da ciência, no ensino investigativo e na utilização de instrumentos e experimentos de cunho histórico que, utilizados em conjunto, podem promover a contextualização do ensino, o desenvolvimento de habilidades de investigação e a compreensão do fazer científico (KLASSEN, 2006; CARVALHO, 2013; HEERING, HÖTTECKE, 2014; SASSERON, 2015; BATISTA; SILVA, 2018).

Nosso objetivo neste trabalho reside em compreender como futuros professores incorporaram a abordagem histórico-investigativa em seu planejamento, quais obstáculos envolvidos e propor caminhos para que eles possam construir repertórios próprios na constituição de sua prática pedagógica. Para isso, buscamos responder às seguintes questões de pesquisa: quais desafios apresentados pelos licenciandos ao desenvolver atividades com abordagem histórico-investigativas? Quais os conhecimentos teóricos e práticos que podem ser mobilizados para o planejamento de atividades com abordagem HI?

O episódio histórico utilizado trata de recortes da história da eletricidade no século XVIII, particularmente das contribuições de Gilbert, Otto von Guericke, Dufay, Gray e o contexto de invenção da garrafa de Leiden. As discussões sobre NdC foram pautadas pela perspectiva da ciência integral (ALLCHIN, 2013), observando as dimensões de confiabilidade da ciência (conceitual, observacional e sociocultural). A construção da proposta didática e sua análise envolveu a aplicação dos quadros teóricos didáticos histórico-investigativos. Os sujeitos da pesquisa são licenciandos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba. As sequências didáticas foram construídas em uma disciplina de Metodologia para o Ensino de Física III. Como instrumentos de coleta de dados

foram utilizadas gravações em áudio dos encontros realizados durante a referida disciplina, além do material produzido pelos licenciandos.

A abordagem histórico-investigativa e o ensino de ciências

O ensino de ciências é uma área que envolve, entre outras coisas, a aprendizagem sobre ciências, a compreensão de sua natureza e de aspectos relacionados às suas práticas. Essa multiplicidade de dimensões é refletida nas pesquisas que buscam esclarecer o que e como abordá-las em sala de aula. Nesse contexto, o ensino investigativo (EI) vem sendo considerado uma alternativa para que alguns dos objetivos para o ensino de ciências sejam contemplados. Abd-EL-Khalick et al. (2004) elencam três dimensões que devem ser observadas para a promoção de ensino investigativo: uma dimensão envolve os tipos de conhecimentos conceitual, de resolução de problemas, social e epistêmico; outra considera uma série de atividades relacionadas à investigação, como a proposição de problemas, coleta de dados, construção de modelos, a comunicação e negociação de afirmações e a ampliação de novas perguntas e soluções; e a terceira dimensão refere-se a um conjunto de habilidades matemáticas, linguísticas, manipulativas, cognitivas e metacognitivas para facilitar o engajamento dos alunos nas investigações.

Outro aspecto a ser considerado é que para além da compreensão da investigação científica como fim, ou seja, investigação como resultado instrucional, é importante que se desenvolva um olhar para a relevância de abordar entendimentos epistemológicos sobre natureza da ciência (ABD-EL-KHALICK et al., 2004). Essa interação pode ser feita pela associação da abordagem investigativa com a História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC), na chamada abordagem histórico-investigativa (HI). Tal abordagem baseia-se no uso da moderna historiografia da ciência, associada ao ensino investigativo e à utilização de instrumentos e experimentos de cunho histórico que podem promover a contextualização do ensino, o desenvolvimento de habilidades de investigação e a compreensão do fazer científico (KLASSEN, 2006; CARVALHO, 2013; HEERING, HÖTTECKE, 2014; BATISTA; SILVA, 2018). A abordagem HI visa, portanto, associar esses diferentes campos do conhecimento, buscando que os estudantes possam discutir problemas científicos, construir modelos, comunicar e propor explicações, refletir sobre resultados de investigações e posicionar-se criticamente acerca de questões internas e externas à ciência, além de desenvolverem habilidades de raciocínio (HEERING; HÖTTECKE, 2014).

O ensino resultante dessa abordagem caminha para uma formação crítica e reflexiva que permita ao licenciando pensar no planejamento de ensino como algo dinâmico e intencional, que faz parte da interação entre professor, aluno e os diversos conhecimentos que envolvem o universo simbólico dos estudantes construídos dentro e fora da escola (FREIRE, 1996; GIROUX, 1997; BROOKFIELD, 2018). Assim, no processo formativo para a construção dos planejamentos por parte dos licenciandos foram considerados as quatro lentes da reflexão crítica propostas por Brookfield (2018) que podem auxiliar nas suas escolhas didáticas e pedagógicas: o olhar dos estudantes, a quem se destina o planejamento, percepções dos colegas, experiências pessoais e a teoria.

Explorando a abordagem HI no estudo de eletricidade

O processo investigativo associado a discussões sobre NdC trazem novos desafios para o planejamento das práticas formativas dos futuros professores, demandando novos saberes para que a abordagem HI seja implementada nas atividades de estágio.

Assim, propomos o uso do quadro teórico didático histórico-investigativo como um instrumento didático que busca auxiliar o professor em seu planejamento, ao estruturar aspectos importantes que devem estar presentes nas discussões de NdC que visam utilizar episódios históricos e o uso de atividades práticas (Quadro 1). A partir da escolha de um episódio histórico, o professor realiza um estudo guiado pelos contextos que compõem o quadro, buscando estruturar os elementos teóricos e práticos que permitam explorar e propor problemas de investigação que envolvem as dimensões de confiabilidade da ciência integral, compondo um cenário didático a ser explorado por seus alunos.

Quadro 1 – Modelos de quadro teórico didático histórico-investigativo.

TEMA:			
PROBLEMA:			
NÍVEL CONCEITUAL	Contexto científico	Vertente teórica	<ul style="list-style-type: none"> • Produção oral e escrita; • Produção de narrativa histórica; • Proposição experimental.
		Vertente prática	
		Dimensão observacional	
		Dimensão conceitual	
	Contexto metacientífico	Dimensão sociocultural	
	Contexto pedagógico	Objetivos de ensino	
Objetivos de aprendizagem:		<ul style="list-style-type: none"> • Problema • Contexto • Atividades 	

Fonte: Autor

O episódio histórico foi construído considerando-se os contextos: científico, em que todas as informações relacionadas a teoria e prática são elencadas e analisadas a partir das dimensões observacional e conceitual da ciência integral; metacientífico, o qual é composto pela análise das questões socioculturais; e o contexto pedagógico no qual todas as informações apresentadas são pensadas e transformadas em objetivos de ensino e aprendizagem, compondo o planejamento da sequência didática e suas atividades. O recorte escolhido para a história da eletricidade no século XVIII apresenta um contexto rico em problemas teóricos e experimentais e foi dividido em recortes menores para adaptar-se à metodologia utilizada: as contribuições de Gilbert para o estudo da eletricidade; Otto von Guericke e o papel das analogias e dos instrumentos científicos; Dufay e as ideias de atração e repulsão eletrostática e os diferentes tipos de corrente; Stephen Gray, a condutibilidade elétrica e o caráter provisório do conhecimento científico; aspectos sociais, metodológicos e culturais envolvidos na invenção da garrafa de Leyden.

As aulas na disciplina Metodologia para o Ensino de Física III de um curso de licenciatura em Física de uma universidade pública foram desenvolvidas sempre em dois momentos, primeiro com a imersão no episódio histórico por meio de leituras e reprodução dos aparatos históricos e no desenvolvimento de atividades em que os licenciandos participavam no papel de estudantes, explorando questões conceituais e experimentais, a partir dos exercícios metodológicos propostos pelo docente. As atividades propostas envolviam problemas investigativos construídos pelo docente a partir do recorte histórico tema da aula, demandando o engajamento dos estudantes em diferentes tarefas tais como estabelecer protocolos de investigação para analisar o problema, ler textos auxiliares e realizar experimentos que podiam ou não utilizar materiais disponibilizados pelo docente. No segundo momento, os licenciandos criaram suas propostas, montando seus quadros teórico didáticos histórico-investigativos e estruturando sequências de aulas para o ensino médio. Essas sequências eram apresentadas à turma e discutidas criticamente.

Metodologia de pesquisa

Para tratar das questões de pesquisa realizamos uma investigação qualitativa, realizando um estudo de caso que teve como sujeitos licenciandos da disciplina acima mencionada. Analisamos gravações e áudio que foram transcritas e os materiais desenvolvidos pelos licenciandos durante a disciplina.

A partir dos referenciais apresentados anteriormente que tratam dos objetivos do ensino de ciências pela abordagem histórico-investigativa e de discussões de natureza da ciência, construímos critérios de análise para discussão dos dados coletados e que representem habilidades dos licenciandos a serem desenvolvidas durante sua formação:

- 1) Reconhecer aspectos científicos e metacientíficos no episódio histórico;
- 2) Associar os diferentes aspectos com as dimensões de confiabilidade da ciência integral;
- 3) Identificar e propor problemas investigativos com elementos de NdC;
- 4) Apresentar evidências, explicações e modelos relacionados aos problemas propostos;
- 5) Comunicar os resultados de suas investigações de maneira crítica, estabelecendo relações ente os procedimentos utilizados, as evidências e dados coletados, relacionando de maneira problemática com as perspectivas teóricas, quando houver.
- 6) Explorar diferentes elementos históricos, teóricos e práticos, em propostas didáticas, explicitando objetivos associados à abordagem histórico-investigativa.

Dada a extensão do presente trabalho, apresentaremos apenas algumas falas que representam os critérios acima e atribuiremos significado dentro do contexto de ensino do qual fazem parte. As falas estão entre aspas e em itálico e os nomes são fictícios para preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa.

Resultados e Discussões

Apesar da pesquisa ainda estar em andamento, os dados coletados e analisados até o momento apontam para resultados importantes, como a dificuldade que os licenciandos apresentam para trabalharem as dimensões conceitual, observacional e sociocultural de maneira inter-relacionada, mesmo quando estão presentes em seu planejamento.

O engajamento dos licenciandos nas atividades foi um dos aspectos que mais chamaram a atenção, principalmente pela dificuldade de não conseguirem discutir fenômenos simples, mesmo a nível de descrição do que estava acontecendo, sem lançar mão de definições e conceitos prontos. Ao participarem de atividades que exigiam ater-se ao problema e ao fenômeno, os licenciandos sentiram-se desafiados e estimulados principalmente quando o tema era considerado trivial, o que pode ser ilustrado pela fala de Maria: *“A gente pensa que sabe o que é, que é simples, mas quando é para explicar fica complicado. Parece que a teoria que a gente aprende não casa com o fenômeno.”* Essa fala ocorreu durante um experimento que envolvia um versório, no qual os processos de atração e repulsão não respondiam às previsões teóricas apresentadas pelos licenciandos o que podemos associar ao critério de análise 1.

Outro aspecto recorrente foi a dificuldade de fazer questionamentos, levantar hipóteses, ou mesmo sugerir problemas associados aos experimentos. As falas dos alunos convergiam para a ideia de que como a teoria é conhecida, então não há o que se questionar. Mostrando assim problemas na concepção sobre o conhecimento científico. Por exemplo, durante um experimento que simulava o globo de enxofre de Guericke, um dos licenciandos, demonstrando bastante impaciência com a atividade, disse: *[Carlos]: “Se a gente sabe que está acontecendo o processo de eletrização por atrito e que há o deslocamento de elétrons, para que discutir o jeito errado de explicar o fenômeno? Sinceramente, não sei que pergunta pode ser feita”*

Esse comentário foi objeto de bastante discussão entre os componentes do grupo. Ao ser questionado por outro colega sobre as questões que envolviam a explicação presente no episódio histórico Carlos observou que sua tentativa de explicar o fenômeno muito se aproximava da explicação materialista, o que ele identificou ser um problema, já que o próprio discordava dessa visão. Ao comparar as gravações com o quadro teórico didático entregue por ele foi possível observar que o problema proposto por ele envolvia a discussão entre concepções materialistas e não materialistas na ciência. Esse é um caso em que podemos identificar todos os critérios surgindo de maneira dinâmica durante o processo formativo.

Apesar de um grande número de aspectos teóricos e práticos terem sido estudados, durante a construção de seus quadros teóricos didáticos foi possível observar que as discussões e propostas de atividades, apesar de contemplarem as dimensões de confiabilidade da ciência integral, não dialogavam entre si, permanecendo atividades pontuais que não associavam os diferentes contextos de maneira concatenada. Além disso, foi possível observar uma maior concentração de propostas em torno das dimensões observacional e conceitual, mostrando maior dificuldade em explorar os aspectos socioculturais, mesmo quando esses eram identificados dentro do episódio histórico.

Uma proposta se destacou ao conseguir tocar no aspecto sociocultural. A atividade pedia que fosse analisado o mérito dos trabalhos de Gray e DuFay simulando a reunião de uma sociedade científica da época em que duas cartas, uma de cada cientista, seriam lidas pelo secretário e os outros estudantes deveriam escolher uma para reproduzir e avaliar os estudos descritos. A construção das cartas tinha forte apelo às questões sociais e de formação dos cientistas e, ao escolher um deles para avaliar, os estudantes deveriam justificar sua escolha por escrito. O objetivo da atividade, segundo um dos componentes do grupo era *“observar se os estudantes utilizariam como critério questões financeiras e de formação na escolha do trabalho e discutir como esses aspectos eram comuns na época dos cientistas.”* Esse também é um caso em que todos os critérios são contemplados quando são analisados os materiais e as falas dos estudantes.

Por fim, foi possível observar uma evolução na percepção dos estudantes quanto à relevância dos diferentes aspectos que compõem as discussões de NdC bem como do papel da abordagem HI ao longo do curso quando comparamos os primeiros quadros teóricos didáticos com os últimos. Tanto em suas falas, quanto no material produzido por eles, houve avanços na sua capacidade de associar as diferentes dimensões nas propostas didáticas como atividades investigativas, sendo uma das razões citadas por eles a necessidade de vivenciar a experiência enquanto estudantes para ter a percepção do que se pode propor e esperar dos seus futuros alunos em suas aulas.

Nesse processo foi importante o auxílio do diálogo baseado nas lentes propostas por Brookfield (2018) para estruturar os momentos pedagógicos, trazendo à tona a percepção da necessidade de considerar o público a quem se destina o planejamento, partindo das experiências pessoais dos licenciandos, debatendo com seus pares para o desenvolvimento de visões mais amplas dos problemas encontrados e utilizando os diferentes referenciais teóricos para fundamentar suas escolhas.

Na continuidade da pesquisa que, como já foi dito anteriormente, está em desenvolvimento, acompanhamos alguns desses licenciandos em situação de estágio, aplicando o repertório por eles produzido.

Observamos em suas falas e nas propostas por eles desenvolvidas que isto pode estar relacionado com a forte enculturação, durante sua formação, na construção da percepção de sala de aula, e dos papéis do professor e do aluno nesse contexto. A contínua interação crítica e reflexiva entre os licenciandos que compartilham problemas semelhantes e um sujeito mais experiente (o docente da disciplina, por exemplo), contribui para que essas questões possam emergir e se tornem explícitas e significativas ainda em sua formação inicial. Concluímos que o desenvolvimento de uma abordagem de ensino que vise a formação de um professor crítico não pode estar dissociado de uma mudança de paradigma educacional para repensar a sala de aula e as contingências que a definem.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F. et al. Inquiry in science education: international perspectives. **Science Education**, v.88, n.3, p.397-419, 2004.

ALLCHIN, D. **Teaching the Nature of Science**: Perspectives & Resources. Saint Paul: SHiPS Education Press, 2013.

BATISTA, R. F. M. SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos Avançados**, 32 (94), 2018.

BROOKFIELD, Stephen D. **Becoming a critically reflective teacher**. John Wiley & Sons, 2017.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação** - condições para implementação na sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.1-21.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIROUX, Henry A. **Os professores como intelectuais**: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. 1997.

HEERING, P.; HÖTTECKE, D. Historical-Investigative Approaches in Science Teaching. In: MATTHEWS, Michael R. (Ed.). **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**. Springer, 2014. p. 1473-1502.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy of science in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.

KLASSEN, S. The science thought experiment: how might it be used profitably in the classroom? **Interchange**, v.37, n.1, p.77-96, 2006.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio** – Belo Horizonte, V. 17 n. especial p. 49-67, novembro 2015.

APONTAMENTOS SOBRE AS PESQUISAS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA APRESENTADAS NO EPEF NA ÚLTIMA DÉCADA

NOTES ON RESEARCH IN HISTORY OF SCIENCE PRESENTED AT THE EPEF IN THE LAST DECADE

Diego Hipolito Ribeiro¹, Marcos Moraes Calazans²

¹ICEB/Departamento de Física/UFOP, diegohipolito05@hotmail.com

²ICEB/Departamento de Física/UFOP, calazans@edu.ufop.br

Resumo

O uso da História da Ciência no ensino de Física vem sendo defendido por diversos autores da literatura especializada no Brasil. Esta defesa se dá pelo caráter reflexivo e humanizado que a boa utilização que a História da Ciência pode ter para o ensino. Neste contexto, investigou-se o conteúdo das pesquisas em História da Ciência apresentadas no EPEF nos últimos dez anos a fim de verificar se elas têm contribuído com o desenvolvimento do seu uso no ensino. Os resultados mostram que as pesquisas no período estiveram concentradas fundamentalmente na História e Filosofia da Ciência na formação de professores, em pesquisas que fazem trazer críticas historiográficas e discussões acerca de aspectos epistemológicos, evidenciando boa relação com os desafios identificados na literatura da área. São feitos apontamentos sobre a natureza das reflexões epistemológicas e sobre o número de trabalhos publicados em cada evento.

Palavras-chave: História da Ciência, Epistemologia, EPEF

Abstract

The use of the History of Science in Physics teaching has been advocated by several authors of specialized literature in Brazil. This defense is due to the reflective and humanized character that the good use that the History of Science can have for teaching. In this context, the content of the research in History of Science presented at the EPEF in the last ten years was investigated in order to verify whether they have contributed to the development of its use in teaching. The results show that research in the period was mainly concentrated in the History and Philosophy of Science in teacher education, in research that they do bring historiographical criticisms and discussions about epistemological aspects, showing a good relationship with the challenges identified in the literature in the area. Notes are made on the nature of epistemological reflections and on the number of works published in each event.

Keywords: History of Science, Epistemology, EPEF

Introdução

Nos últimos anos tem crescido o estímulo ao uso de abordagens de História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Ciências. Estas abordagens vêm

ganhando espaço nos livros didáticos e nas pesquisas da área de Educação em Ciências. Observa-se um aumento significativo da presença de relatos de pesquisas teóricas que trazem reflexões sobre a necessidade e importância de enfoques históricos e filosóficos na educação científica (Damasio & Peduzzi, 2017; Gil Perez, 1993; Martins, 2007; Matthews, 1995). Contudo, este crescimento na literatura acadêmica e nos livros didáticos não tem se refletido nas práticas de professores em sala de aula na Educação Básica (Martins, 2007). Segundo Martins (2007), há um abismo entre o valor atribuído à HFC e a sua utilização concreta como conteúdo e como estratégia de ensino na educação básica. Um dos desafios propostos pelo autor para se superar este abismo é o de se refletir sobre como desenvolver estas abordagens nas aulas. Outras barreiras a serem superadas para que a HFC desempenhe efetivamente seu papel no ensino de ciências são apontadas por Martins (2006): a carência de um número suficiente de professores com formação adequada, a falta de material didático e concepções incorretas acerca da própria natureza da história da ciência.

Os eventos científicos têm sido um importante espaço para a discussão destas barreiras, permitindo o encontro de pesquisadores de diferentes perspectivas, identificando os “gargalos” que dificultam o uso apropriado da HC no ensino e promovendo o debate para a superação destes desafios. O Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) é considerado por pesquisadores da área como um importante evento responsável em grande parte por sua consolidação como proeminente campo de pesquisa no país (NARDI, 2005, citado por BORTOLETO, 2007). A escolha desse evento se deve, também, pelo reconhecimento, na área de pesquisa, do rigor científico dos trabalhos apresentados quando comparado com os demais eventos da área (Bortoleto, 2007). Neste sentido considerou-se, para esta pesquisa, as últimas edições do EPEF ocorridas entre 2010 e 2020.

Foi realizada uma pesquisa de natureza bibliográfica a partir das páginas dos eventos publicadas na internet considerando a linha temática de Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física. Buscou-se saber se a pesquisa acadêmica tem contribuído efetivamente para superar os referidos obstáculos definidos na literatura da área e citados por (MARTINS, 2006). O objetivo da pesquisa foi o de investigar o conteúdo dos trabalhos em História da Ciência (HC) apresentados no EPEF na última década. O presente relato de pesquisa é parte de um projeto de investigação vinculado ao grupo de pesquisas que trabalha com a perspectiva histórico-ontológica. A pesquisa foi realizada com apoio do grupo PET Física da UFOP.

Metodologia de pesquisa

A pesquisa realizada teve caráter de pesquisa bibliográfica com procedimentos de coleta e análise de dados característicos de pesquisa de “Estado da arte”. Para compreender melhor este procedimento, tomou-se como base a leitura de uma série de pesquisas que falam sobre estado da arte na educação, entre eles podemos destacar o “The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions” de Teixeira, Greica e Freire Jr (2012), “Estado da arte dos estados da arte da pesquisa em ensino de física” de Kawamura e Salem (2009) e “Pesquisa em Ensino de Física (2000-2007): Áreas temáticas em eventos e revistas nacionais” (BORTOLETO et al. 2007).

Para o presente texto foram selecionados os trabalhos na área de HC dos últimos 10 anos de EPEF adotando como critério de seleção trabalhos que apresentassem relatos de pesquisas empíricas ou teóricas relacionadas a episódios, contextos ou controvérsias históricos da HC. Este recorte implicou delimitar a diferença entre trabalhos que apresentam conteúdos de História Ciência (HC) daqueles que tratam exclusivamente de conteúdos de Filosofia da Ciência (FC) ou Sociologia da Ciências (SC). Estes últimos, denominados de “áreas afins”, foram excluídos do escopo de análise quando não abordavam elementos de HC. De outro lado, foram considerados como parte da amostra analisada os trabalhos que traziam discussões de episódios ou controvérsias históricos e apresentavam qualquer interface com as áreas de Filosofia da Ciência (FC) ou Sociologia da Ciência (SC). Para isto foi feita uma busca no sítio de cada evento, na área temática Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física.

Adotando o critério de seleção supracitado, fez-se uma tabela dos trabalhos selecionados na qual os seguintes pontos foram extraídos de cada trabalho encontrado na busca: ano do evento, título, autores, instituição dos pesquisadores, foco temático, conteúdo de física abordado, contexto escolar, disciplina, objetivo, natureza da pesquisa (se teórica ou empírica), referencial teórico, qual a metodologia de pesquisa e se tratava de pesquisa qualitativa ou quantitativa, metodologia de ensino, interface com a filosofia, interface com a sociologia e implicações educacionais. Para este trabalho optou-se por analisar alguns dos itens acima descritos concentrando maior atenção no que diz respeito ao item “foco temático”. Tomou-se como base pontos semelhantes que as diferentes temáticas de cada texto apresentavam, de forma a se generalizar aspectos universais no processo de determinação das categorias. É importante destacar que alguns relatos de pesquisa foram categorizados em mais de um foco temático, permitindo-se interseções.

Resultados e discussão

Tomando como base o critério de seleção e exclusão citado no tópico anterior, foram encontrados 37 trabalhos na área de HC. A fim de facilitar nossa posterior discussão os artigos foram numerados de 1 a 37 (<https://www.luminpdf.com/viewer/5e56fdafbef40000116f87ca>). Outros 14 trabalhos encontrados foram catalogados como de áreas “Afins à HC”, por abordarem temas que não são propriamente da área da história da ciência, mas que estão em áreas consideradas muito próximas e inter-relacionadas, como por exemplo: trabalhos da área de Filosofia da Ciência (FC), a exemplo de “Investigando o Ensino de Natureza da Ciência em Minicurso para Estudantes do Ensino Médio” (FONSECA, OLIVEIRA E DRUMMOND, 2016), e trabalhos da área de Sociologia da Ciência, como “Elementos para a Análise Sociológica do Papel Cumprido pelos Institutos de Física nas Oportunidades de Aprender dadas aos seus Alunos de Licenciatura” (LIMA JR, 2012). Com base na figura 1 é possível perceber que a quantidade de trabalhos publicados em história da ciência representa uma pequena parcela do total e em nenhum dos eventos o valor absoluto de trabalhos foi superior a dez. Temos ainda que o último evento, de 2018, mesmo sendo a edição que apresentou o maior número de trabalhos (138), foi onde apresentou-se o menor número de trabalhos de HC, tendo caído para dois.

Na análise feita sobre o item “focos temáticos” foi possível dividir os trabalhos nos seguintes temas: Formação de Professores (FP), Reflexão Epistemológica (RE), Crítica Historiográfica (CH) e Outros (O). A figura 2 mostra a distribuição quantitativa das diferentes pesquisas nos temas.

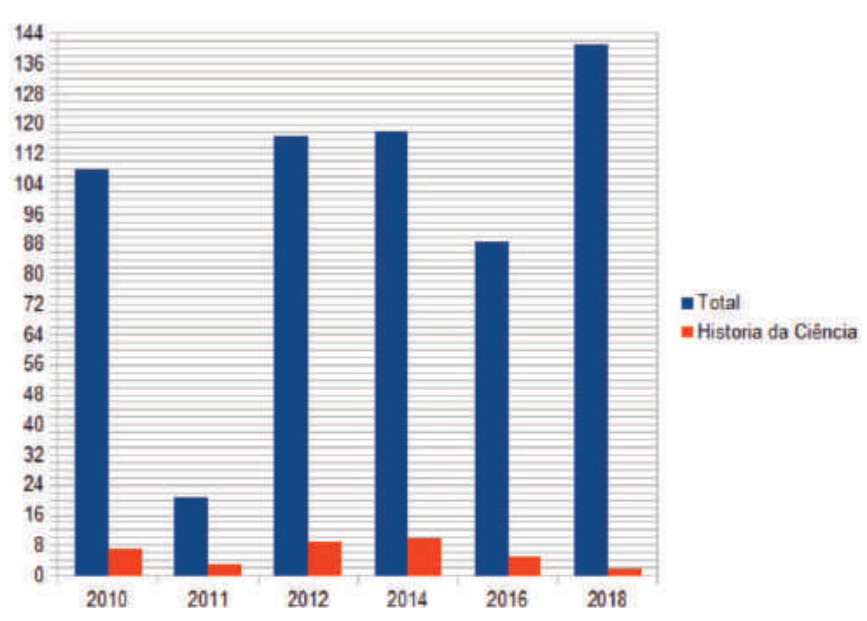


Figura 1: Trabalhos de História da Ciência e total de trabalhos publicados na última década.

As três categorias de análise com o maior número de publicações coincidem com as três barreiras apontadas por Martins (2006). A correspondência ocorre da seguinte forma: barreira 1 corresponde à categoria FP, barreira 2 à CH e a barreira 3 corresponde à CH e RE.

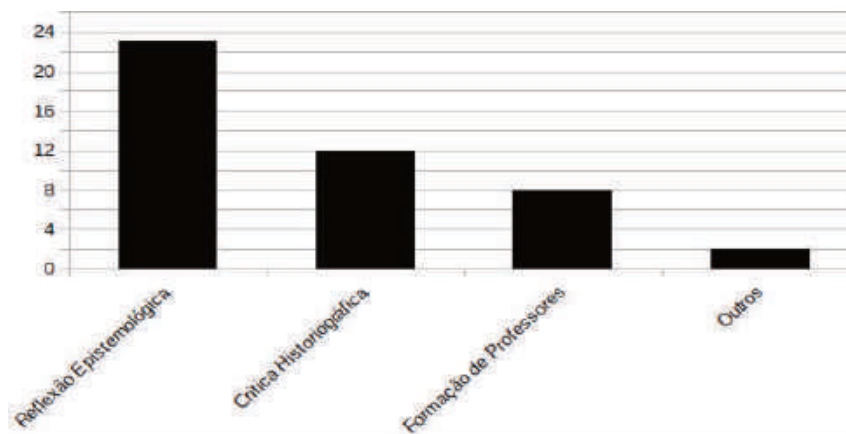


Figura 2: Número de trabalhos por foco temático.

Além das categorias descritas acima destaca-se o tipo de pesquisa desenvolvido, ou seja, se o texto era um relato de pesquisa empírico ou teórico. Consideraram-se trabalhos de natureza empírica aqueles que apresentavam relatos de investigações realizadas a partir de intervenções didático-pedagógicas. Por natureza teórica entende-se aqueles trabalhos que apresentam relatos de reflexões teóricas sobre temas relacionados à HC. Desta forma observou-se doze trabalhos de natureza empírica, vinte e quatro trabalhos de natureza teórica e um trabalho empírico e teórico. Este resultado revela, em geral, o esforço do conjunto de

pesquisadores da área em transpor a terceira das barreiras propostas por Martins (2006) a saber, os equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso na educação. Outro ponto levantado foi qual era o conteúdo de física trabalhado no texto. Desta forma, pode se perceber que os conteúdos mais utilizados foram astronomia, física moderna e eletromagnetismo, com cinco trabalhos cada, seguidos por mecânica e vácuo com quatro. Por outro lado, a maior parte dos trabalhos não abordava nenhum conteúdo da física em específico, nove trabalhos apresentaram essa característica. Quanto à distribuição geográfica dos trabalhos, os três estados com maior número de publicações no EPEF foram São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte, com, respectivamente, treze, oito e seis. As regiões norte e centro-oeste não apresentaram trabalhos ao evento.

Reflexões Epistemológicas

A categoria RE é a que possui a maior quantidade de trabalhos em seu escopo, com 23 trabalhos. Nesta categoria foram classificados todos os textos que se propunham fazer em seu conteúdo uma discussão sobre aspectos epistemológicos relacionados à HC. Vale destacar que todos os trabalhos classificados na categoria RE traziam discussões sobre a NdC, o que contrariou a expectativa dos autores deste trabalho. A fim de refinar a análise dos trabalhos nessa categoria, criou-se duas novas dimensões de análise. A primeira foi a determinação do nível em que a reflexão epistemológica (NRE) aparece no trabalho (fraco, média ou forte). A segunda diz respeito ao conteúdo da reflexão epistemológica (CRE), discriminados entre delimitação e desmitificação. Por delimitação entende-se os textos que tratam do problema delimitação da ciência, ou seja, sobre o que define ciência ou conhecimento científico e o que os diferencia das outras formas de conhecimento. Já a subcategoria desmitificação categoriza aqueles trabalhos cuja reflexão buscava criticar e desconstruir visões erradas e ingênuas sobre o que é a atividade científica ou sobre papel do próprio cientista no fazer da ciência. O trecho do artigo 28 anteriormente citado evidencia bem esse caráter.

Dos 24 trabalhos que trazem reflexões epistemológicas foram encontrados 20 cujo foco da reflexão foi o da desmistificação e 7 classificados como delimitação. Sendo que temos três trabalhos que foram categorizados em ambas as subcategorias. Portanto, o maior número de trabalhos que apresentam reflexões epistemológicas aborda o problema aqui descrito como o da desmistificação, revelando-a como sendo uma forte tendência para os trabalhos deste foco temático. Na subcategoria NRE buscou-se analisar qual a profundidade dada para a discussão da NdC. Os trabalhos foram classificados como de NRE fraco quando apresentavam apenas menções a questões relativas à natureza do conhecimento científico, ou se esta discussão era superficial e servia apenas como uma justificativa para o trabalho sem trazer argumentos mais bem estruturados. Se esta discussão ainda não foi feita de forma aprofundada, porém apresentava algum nível de conceituação e crítica filosófica foi categorizado como de nível médio. Por fim, quando a discussão foi bem aprofundada no texto, trazendo reflexões e conceituações com argumentos e categorizações construídas e razoavelmente desenvolvidas no texto, foi categorizado como de nível forte. Os resultados dessa análise apresentam quatro trabalhos de nível fraco, dez de nível médio e nove de nível forte. É importante destacar um adendo ao artigo 8, ele fez parte de um evento do EPEF atípico que ocorreu junto com demais eventos de física e teve uma menor quantidade de trabalhos publicados cada uma com apenas três páginas.

Formação de Professores

Nesta categoria estão classificados os trabalhos que tratam sobre a HC no contexto da formação de professores. Os trabalhos classificados como FP tratavam especificamente da formação inicial com pesquisas que trazem reflexões sobre a importância da HC nos cursos de graduação em Física, não havendo trabalhos de contextos de formação continuada. Nesta categoria estão incluídos oito trabalhos.

Como já destacado, Martins (2006), traz como primeira barreira para o uso da HC no ensino de ciências do Brasil a formação de professores. Martins defende nesse texto a necessidade de haver “professores-pesquisadores” na área para que a formação de professores possa ocorrer de maneira adequada, pois só assim deixaremos de ter o que ele chama de “professores improvisados em história da ciência” (MARTINS, 2006, P.13). Desta forma podemos destacar o trabalho 21, que faz uma discussão historiográfica sobre Galileu e aponta suas implicações para a formação de professores. A existência de trabalhos classificados tanto como CH como FP demonstra uma preocupação na pesquisa em formar professores qualificados para discutir criticamente com seus alunos os conteúdos da HC, conforme a defesa de “professores-pesquisadores” por Martins (2006).

Crítica Historiográfica

A terceira categoria com a qual os trabalhos foram discriminados quanto ao seu foco temático é a Crítica Historiográfica (CH), nela estão contidos os textos que trazem alguma discussão de natureza historiográfica na história da ciência. Críticas às fontes históricas, controvérsias acerca de diferentes versões de episódios e do papel cumprido por determinados atores da HC além de reflexões acerca de determinados conceitos científicos amparadas por narrativas históricas. Foram encontrados ao todo 12 trabalhos com estas características. Inicialmente pensou-se a existência de uma quarta categoria denominada Livros Didáticos. Contudo, durante o processo de análise notou-se que os trabalhos que relatavam análises de livros didáticos não o faziam desde um ponto de vista pedagógico, como é comum em trabalhos desta natureza na área da Educação em Ciências em geral. Mas focavam em analisar ou criticar aspectos diversos das fontes históricas e/ou narrativas históricas presentes nos livros. Os referidos trabalhos discutem como a HC está inserida nos livros didáticos, buscando erros e anacronismos históricos. Portanto, os trabalhos que analisam livros didáticos foram incorporados à categoria CH, passando a compor uma subcategoria desta.

Os trabalhos classificados como crítica historiográfica (CH) foram então categorizados em três diferentes subcategorias a saber: a primeira, Livros Didáticos (LD), a segunda é a Discussão Conceitual (DC) e a terceira a de Atores Históricos (AH). Na categoria LD temos discussões de livros dos três níveis de ensino, fundamental, médio e superior, e uma discussão sobre livro didático do começo do século XX (Trabalho 3). Podemos destacar uma discussão sobre um tipo específico de historiografia presente em alguns textos. A historiografia Whig, uma forma de anacronismo histórico que representa eventos do passado com base nas concepções contemporâneas. Foram classificados 8 trabalhos nesta subcategoria. Na categoria DC temos dois textos que falam sobre como algum conceito físico é tratado nos textos historiográficos. Podemos destacar entre eles o trabalho 20 que discute sobre como era concebido o conceito de força em alguns físicos posteriores

a Newton, em especial, aqueles que deram origem a chamada mecânica racional. A autora discute como, ao contrário do que é apresentado nos livros, os físicos não possuíam um pensamento comum sobre este conceito. Na categoria AH temos a discussão sobre como alguns atores históricos são apresentados em diferentes textos, como o mesmo pensador pode aparentar ter uma visão de mundo diferente dependendo de quem o descreve. Temos dois trabalhos nessa categoria, sendo que um deles traz uma discussão sobre como é o Galileu descrito pelo historiador Alexandre Koyré.

A categoria Outros contou com dois trabalhos que possuíam focos temáticos diferentes dos demais, são os textos 1 e 29. O texto 1 faz uma revisão bibliográfica na literatura especializada em ensino de física buscando compreender “o objetivo dos pesquisadores em trabalhar o conteúdo científico na perspectiva histórico-filosófica, bem como os episódios da história do conhecimento científico abordados”. Já o texto 29 traz um trabalho que busca compreender como é usada a HC no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e com qual habilidade, dentre as definidas para área de Ciências da Natureza, a questão está relacionada.

Conclusão

Neste texto apresentamos os resultados de uma análise dos trabalhos publicados nos dez últimos anos de EPEF. Podemos perceber que os trabalhos analisados se encontram divididos em basicamente três categorias: reflexões epistemológicas (RE), formação de professores (FP) e crítica historiográfica (CH). Essas categorias continham respectivamente, 23, 8 e 12 trabalhos. Com o intuito de refinar a análise, a categoria RE foi dividida em duas dimensões de análise: nível de reflexão epistemológica (forte, médio e fraco) e conteúdo de reflexão epistemológica. A categoria CH foi dividida em três subcategorias devida as suas especificidades: Livros Didáticos, Discussão Conceitual e Atores históricos. A maioria dos trabalhos analisados eram pesquisas teóricas. Outro resultado obtido foi que São Paulo foi o estado com maior número de publicações e as regiões Norte e Centro-oeste não publicaram nenhum trabalho. Apesar da diversidade de temas das pesquisas apresentadas no evento, sua quantidade quando comparada ao total de trabalhos ainda representa uma pequena parcela, sendo que em nenhum dos eventos o valor absoluto de trabalhos foi superior a dez. Esse ponto mostra que a pesquisa em História da Ciência no Brasil ainda tem um longo caminho para se desenvolver.

A pesquisa desenvolvida está em conformidade com os problemas do uso da HC apontados pela literatura especializada, em especial, com as barreiras discutidas por Martins (2006). Isso demonstra um aspecto positivo da pesquisa desenvolvida nos últimos dez anos. No entanto quando ao analisar o Conteúdo da Reflexão Epistemológica apenas dois tipos foram encontrados a delimitação e desmistificação. Sendo que a maior parte dos trabalhos aborda o problema da desmistificação. Embora o problema da desmistificação seja de fato relevante como propósito e justificativa do uso da HC no ensino, acreditamos que a pesquisa em HC deve expandir seus horizontes no terreno das interações com os campos da filosofia trazendo reflexões que vão além do problema da desmistificação do papel da ciência ou do cientista. Acredita-se que essa limitação CRE está fortemente ligado a concepção Liberal de História e Filosofia da Ciência que influencia as pesquisas em HC principalmente sobre a figura de alguns autores famosos como é o caso do Mathews.

Referências

BORTOLETTO, Adriana et al. Pesquisa em Ensino de Física (2000-2007): áreas temáticas em eventos e revistas nacionais. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 6, 2007

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz O. Q.. História e filosofia da ciência na educação científica: para quê?. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 19, e2583, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172017000100203&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 fev. 2020.

FONSECA, D. S.; OLIVEIRA, W. C.; DRUMMOND, JMHF. Investigando o ensino de natureza da ciência em minicurso para estudantes do ensino médio. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, v. 16, 2016

LIMA JUNIOR, Paulo. Elementos para a análise sociológica do papel cumprido pelos institutos de física nas oportunidades de aprender dadas aos seus alunos de licenciatura. In: EPEF, 15., 2016, Maresias. Congresso. Maresias: SBF, 2016. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xv/sys/resumos/T0372-1.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020

KAWAMURA, Maria Regina D.; SALEM, Sonia. Estado da arte dos estudos da arte da pesquisa em ensino de física. In: ENPEC, 7., 2009, Florianópolis. Congresso. Belo Horizonte: Enpec, 2009. p. 1 - 12. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/vii/enpec/pdfs/novo_06.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho.... Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, ago. 2008. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6056/12761>>. Acesso em: 26 fev. 2020. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, jan. 1995. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>>. Acesso em: 17 fev. 2020. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>.

PÉREZ, D. Gil. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21204> Acesso: 23 fev. 2020

METÁFORA EPISTÊMICA E CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A GÊNESE DO CONCEITO DE SPIN COMO ESTUDO DE CASO

EPISTEMIC METAPHOR AND SCIENTIFIC KNOWLEDGE: THE GENESIS OF THE SPIN CONCEPT AS A CASE STUDY

Fábio Bartolomeu Santana¹, Henrique César da Silva²

¹Instituto Federal do Paraná, fabio.bartolomeu@ifpr.edu.br

²Universidade Federal de Santa Catarina, henrique.c.silva@ufsc.br

Resumo

Apresentamos os resultados de nossas primeiras investigações sobre o papel das metáforas na produção de conhecimento científico no campo da Física, a partir da hipótese da *metáfora epistêmica*, originalmente proposta por Hector Palma. Analisamos a construção do conceito do Spin do elétron e constatamos a presença dos alguns dos elementos apontados pelo autor como constituintes da concepção de metáfora por ele defendida. O papel das metáforas na construção de conhecimento científico têm sido reconhecido e defendido por diversos autores, a partir de concepções linguísticas e epistêmicas. Diferentes abordagens defendem que a criação de novos termos, sua conceitualização e significação dentro do campo científico seriam impossíveis sem o emprego de metáforas e estas teriam também um papel preponderante na construção de modelos científicos. Alguns autores têm evidenciado variadas implicações do uso de metáforas, desde meados do séc. XX e sobretudo nos últimos 40 anos, período no qual é atribuído às metáforas um papel central no sistema cognitivo humano. Tal prerrogativa têm implicações para os processos de criação, compreensão e comunicação de conceitos no campo da Física. Neste cenário autores têm estabelecido um papel epistêmico para as metáforas, evidenciando sua ubiquidade, pertinência e sistematicidade. Frente a ubiquidade das metáforas na ciência, há de se considerar suas implicações e limitações, tanto na produção de conhecimento científico, quanto no ensino de ciências, podendo, inclusive, apresentar desdobramentos na formação docente. Por outro lado, o fenômeno da metáfora epistêmica só pode ser evidenciado a partir de uma análise genealógica, o que implica necessariamente na consideração de elementos históricos e da natureza do conhecimento, uma vez que tais elementos são constitutivos da metáfora epistêmica. Dessa forma, além de uma papel cognitivo, as metáforas epistêmicas podem ser úteis nos processos de ensino, operando como elemento de articulação entre história da ciência e a natureza do conhecimento científico.

Palavras-chave: metáfora, história da ciência, natureza da ciência, spin.

Abstract

We present the results of our first investigations on the role of metaphors in the production of scientific knowledge in Physics, based on the hypothesis of

epistemic metaphor, originally proposed by Hector Palma. We analyzed the construction of electron spin concept and found the presence of elements pointed out by the author as constituents in concept of metaphor defended by him. The role of metaphors in the construction of scientific knowledge has been recognized and defended by several authors, based on linguistic and epistemic concepts. Different approaches argue that the creation of new terms, their conceptualization and significance in science would be impossible without the use of metaphors and these would also have a preponderant role in the construction of scientific models. Some authors have shown several implications of the use of metaphors, since the middle of the century. XX and especially in the last 40 years, a period in which metaphors are given a central role in the human cognitive system. Such a prerogative has implications for the processes of creation, understanding and communication of concepts in the field of Physics. In this scenario, authors have established an epistemic role for metaphors, showing their ubiquity, relevance and systematicity. In view of the ubiquity of metaphors in science, one must consider their implications and limitations, both in the production of scientific knowledge and in the teaching of sciences, which may even have consequences in teacher education. On the other hand, the phenomenon of epistemic metaphor can only be evidenced from a genealogical analysis, which necessarily implies the consideration of historical elements and the nature of knowledge, since these elements are constitutive of the epistemic metaphor. Thus, in addition to a cognitive role, epistemic metaphors can be useful in teaching processes, operating as an element of articulation between the history of science and the nature of scientific knowledge.

Keywords: metaphor, history of science, nature of science, spin.

Introdução

Neste trabalho procuramos fornecer subsídios para sustentação da hipótese da *Metáfora Epistêmica* (ME) proposta por Palma (2009, 2015a, 2015b, 2016). Nossa motivação reside na possibilidade de que esta concepção de metáfora possa desempenhar importante papel no ensino de ciências, sobretudo no ensino de Física, possibilitando meios para a articulação entre aspectos da natureza do conhecimento e história da ciência.

A concepção de ME apoia-se em pressupostos filosóficos estabelecidos nos campos epistêmico e linguístico, apresentando também uma dimensão histórica, sendo este o meio pelo qual a manifestação do referido fenômeno pode ser evidenciada (PALMA, 2015a). Tomamos como ponto de partida a análise da construção do conceito de Spin, narrado por Sin-itiro Tomonaga em sua obra *The story of spin* (TOMONAGA, 1997), objetivando evidenciar elementos da ME.

Metáfora, conhecimento científico e ensino de ciências

O fenômeno da Metáfora tem sido objeto de estudo desde Aristóteles. A conceituação deste fenômeno fez emergir uma gama diversificada de teorias, que a partir do século XX têm suas investigações “fortemente realizadas em uma

perspectiva interdisciplinar e com recortes objetivos bastante diversos (CAVALCANTE; FERREIRA; GUALDA, 2016).

Nas últimas décadas, contudo, tem havido um renovado interesse sobre o papel da metáfora na produção de conhecimento científico (KUHN, 1998; PULACZEWSKA, 2010; PALMA, 2015a) e pesquisadores têm mobilizado esforços na produção de trabalhos, investigando o fenômeno e suas implicações também nos campos do ensino e aprendizagem (DUIT, 1991; ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2000; BOZELLI; NARDI, 2007; BROOKES; ETKINA, 2007; SILVA; MARTINS, 2010; ANDRADE, 2014; SKORCZYNSKA, 2014) e na divulgação científica (PALMA, 2009; CERONI, 2014).

A partir da década de 1970 a metáfora ganha importância marcante, sobretudo, relacionada aos processos da cognição humana, culminando com a Teoria Conceptual da Metáfora (TCM), proposta em 1980 por George Lakoff e Mark Johnson, transformando-se em marco referencial para os estudos da metáfora neste novo enfoque (GIBBS, 2006; SCHRÖDER, 2014; CAVALCANTE; FERREIRA; GUALDA, 2016). Nas concepções mais contemporâneas de metáfora a importância da TCM é considerada crucial para compreensão de conceitos abstratos.

Hoje, o reconhecimento do uso das metáforas no campo científico é consenso entre diversos autores (KUHN, 1998; PULACZEWSKA, 2006; PALMA, 2009, 2015a). Além do campo científico propriamente dito, as investigações que tratam do emprego de metáforas e analogias nos campos de ensino, aprendizagem e divulgação científica também ganharam corpo nas últimas décadas (QUALE, 2002; BROOKES; ETKINA, 2007; PALMA, 2009; CERONI, 2014; PALMA, 2016).

A Metáfora Epistêmica

O conceito de Metáfora Epistêmica defendido por Hector Palma não corresponde ao das metáforas literárias. Tais conceitos “compartilham algumas características, mas diferem em outras” (PALMA, 2016). O conceito de ME é erigido a partir de contribuições de dois campos de estudo da metáfora – semântica e pragmática. De acordo com Palma (2009), a ME pode ser assim enunciada:

“[...] no uso epistêmico das metáforas, uma expressão (termo, grupo de termos ou sistema de enunciados), e as práticas com ela associadas, habituais e correntes num âmbito de discurso determinado sócio historicamente, substitui ou vem agregar-se (modificando-a) com aspirações cognoscitivo epistêmicas a outra expressão (termo, grupo de termos ou sistema de enunciados), e às práticas a ela associadas em outro âmbito de discurso determinado sócio historicamente; esse processo se desenvolve em duas etapas, a saber: *bissociação sincrônica* [e] *literalização diacrônica*” (PALMA, 2009, p. 21, grifo nosso).

A partir da definição apresentada, podemos destacar alguns aspectos conceitualmente relevantes que iremos explicitar em breve: 1) o ato fundacional de uma ME consiste de um processo denominado *bissociação*; 2) o êxito de uma ME implica necessariamente na sua transformação em metáfora morta, ou seja, sua literalização; 3) as ME apresentam limites de alcance e validade, os quais dependem

exclusivamente de um quadro empírico e conceitual, válido em um determinado contexto sócio histórico.

O processo de constituição de uma Metáfora Epistêmica

As MEs nascem (surgem em algum momento) e morrem (se lexicalizam). Para descrever o marco zero de uma ME, Palma (2015b) emprega o conceito de *bissociação*, originalmente proposto por Arthur Koeslter, em sua obra *The Act of Creation* (1964). Assim, o marco inaugural de uma metáfora seria um ato criativo de quem a elabora. A *bissociação* exprime, portanto, o nascimento de uma ME. Ocorrendo sincronicamente, ou seja, em um dado momento, resulta da “intersecção de dois planos associativos ou universos de discurso que ordinariamente se consideram como separados e inclusive sem relação alguma.” (PALMA, 2015a, p. 32)

Quando um dado processo de *bissociação* encontra êxito perante a comunidade científica, com o passar do tempo a referida ME “acaba sendo uma explicação literal, lexicalizada” (PALMA, 2015a, p. 33). A passagem de metáfora viva à metáfora morta encontra apoio nas teses de Colin Murray Turbayne, apresentadas em sua obra *The Myth of Metaphor* (1962).

A *lexicalização*, particularmente para o caso de uma ME, somente ocorrerá mediante sua validade como “verdade científica”, ou seja, a novidade que ela propõe deve se firmar como conhecimento válido. A segunda fase pela qual passa uma ME consiste de um processo de *literalização diacrônica*.

Uma vez consolidada, uma ME quando proferida não requer a busca pela expressão literal que a originou, como ocorre com as metáforas literárias. Ao contrário, ela passa a ser entendida agora não mais como metáfora, mas sim como uma expressão literal, com significado estável e bem definido. Assim, apenas “uma análise genealógica permitiria mostrar que uma ME é uma metáfora” (PALMA, 2015a, p. 35).

Desse modo, a gênese de uma ME deve levar em conta o contexto do conhecimento científico de uma época no momento em que ocorre a *bissociação*. Neste âmbito, a “*experiência disponível*” (PALMA, 2015a, p. 45) expressa um limite que é dado não apenas pelas capacidades humanas ou técnicas de uma época, mas sobretudo, “principalmente pela configuração, imanente à comunidade e discursos científicos vigentes do que se considera um *fato científico* e suas condições” (PALMA, 2015a, p. 46, grifo do autor).

Metodologia de análise

Como já mencionado, uma ME somente podem ser assim identificada pela busca de suas origens formativas, ou seja, pela busca dos âmbitos que foram postos em *bissociação* para gerá-la. Este processo implica, necessariamente, na análise histórica acerca da construção do conhecimento oriundo da ME em questão.

“[...] poderíamos considerar a boa parte dos episódios científicos como o conjunto de decisões cognoscitivas de

aceitação/rechazo de metáforas epistêmicas que toma a comunidade científica sobre a base das teorias, conceitos e explicações disponíveis, como resposta a um conjunto limitado historicamente de perguntas e problemas acerca de experiência disponível.” (PALMA, 2015a, p. 45)

Neste contexto, propusemos a análise da construção do conceito de Spin do elétron, a partir da narrativa de Tomonaga (1997). Em nossa análise, procuramos evidenciar os movimentos de *bissociação*, de *aceitação/rechazo* e a *reconfiguração* da base empírica.

Construção de conhecimento sobre o Spin na perspectiva da ME

No período de 1922 e 1925, Arnold Sommerfeld, Alfred Landé e Wolfgang Pauli “travaram uma disputa acirrada para explicar a multiplicidade do espectro óptico dos átomos alcalinos” (TOMONAGA, 1997, p. 6).

Estes átomos apresentam um único elétron na camada de valência e as camadas mais internas apresentam-se completamente preenchidas. Desse modo poderia-se considerar que um átomo alcalino apresentava um “caroço” com carga efetiva positiva igual a uma unidade, e uma carga negativa de uma unidade devido ao único elétron da última camada.

Experimentos indicavam desmembramentos em algumas linhas espectrais dos átomos alcalinos. A descrição deste efeito implicava na adoção de um número quântico, adicionalmente àqueles já conhecidos. Pauli, Sommerfeld e Landé propuseram cada qual um número quântico, com o intuito de descrever a multiplicidade observada nas linhas espectrais.

Em 1922 Landé propôs uma equação (2) para descrever os níveis de energia dos átomos alcalinos, tomando como referência a equação de Sommerfeld (1) para o átomo de hidrogênio¹.

$$\Delta W_{REL} = +2 \left(\frac{e\hbar}{2mc} \right)^2 \frac{1}{a_H^3} \frac{Z^4}{n^3 k(k-1)} \quad (1)$$

$$\Delta W_{EMP} = +2 \left(\frac{e\hbar}{2mc} \right)^2 \frac{1}{a_H^3} \frac{(Z-s)^4}{n^3 k(k-1)} \quad (2)$$

A equação de Sommerfeld levava em conta, dentre outros aspectos, correções relativísticas para a massa do elétron na teoria de Bohr para o átomo de Hidrogênio, apresentando boa concordância com os dados experimentais. Nestas equações, os termos n e k representam os números quânticos, principal e de momento angular orbital, obedecendo a regra $n \geq k$.

A equação de Landé era obtida pela subtração da carga dos elétrons do “caroço”, s , do número atômico Z . Landé efetuou cálculos com esta equação,

¹ Os detalhes acerca das constantes físicas ($e, \hbar, m, c, a_H^3, g_0$), que aparecem nas equações 1, 2, 3, 4 e 5, não tem implicação para a objetivos deste trabalho e por este motivo serão aqui omitidas.

substituindo nela valores de Z para diferentes átomos alcalinos, bem como os resultados experimentais para ΔW , sendo capaz de reproduzir satisfatoriamente os valores de s esperados para os átomos considerados.

Tomando-se a equação empírica de Landé como referência para os desdobramentos de energia dos átomos alcalinos, várias equações foram derivadas a partir de diferentes considerações teóricas:

$$\Delta W_{MAG} = -2g_0 \left(\frac{e\hbar}{2mc} \right)^2 \frac{1}{a_H^3} \frac{(Z-s)^3}{n^3 k(k-1)} \quad (3)$$

$$\Delta W_{ROT} = +2g_0 \left(\frac{e\hbar}{2mc} \right)^2 \frac{1}{a_H^3} \frac{(Z-s)^4}{n^3 k(k-1)} \quad (4)$$

$$\Delta W_{GIR} = +2(g_0 - 1) \left(\frac{e\hbar}{2mc} \right)^2 \frac{1}{a_H^3} \frac{(Z-s)^4}{n^3 k(k-1)} \quad (5)$$

A equação (3) corresponde a derivação feita pelo próprio Landé em 1922, empregando a Lei de Biot-Savart ao movimento do elétron da última camada. O campo magnético gerado pelo movimento do elétron deveria então interagir com um suposto campo magnético existente no “caroço”. Tal interação é puramente clássica e a equação obtida não descreve adequadamente os dados experimentais.

A equação (4) corresponde a derivação proposta por George Uhlenbeck e Samuel Goudsmit em 1925, assumindo um suposto movimento de rotação do elétron em torno de si mesmo. A interação elétrica entre o elétron e o “caroço” do átomo alcalino era percebida pelo elétron como uma interação magnética decorrente de um efeito relativístico e não de um suposto campo magnético do “caroço”, como proposto por Landé. Apesar de levar em conta elementos da teoria da relatividade, esta equação também não descreve adequadamente os dados experimentais.

A equação (5) corresponde a derivação proposta por Llewellyn Thomas entre 1926 e 1927. Thomas percebeu que movimento de auto rotação do elétron implicaria em considerá-lo como um referencial girante. Com esta correção, a equação de Thomas foi capaz de reproduzir adequadamente os desdobramento nos níveis de energia obtidos empiricamente.

Considerando os aspectos que queremos ressaltar, maiores detalhes sobre as equações não são necessários. Por outro lado, cada uma das equações (2, 3, 4 e 5) é derivada a partir de diferentes aspectos conceituais acerca do sistema em questão, mobilizando elementos pertencentes a um quadro teórico experimental estabelecido, ou seja, em concordância com a *experiência disponível*. Dito de outro modo, cada uma das equações corresponde a um processo de *bissociação*, onde elementos de diferentes âmbitos são postos em associação, de maneira a produzirem uma *novidade conceitual*, qual seja, a predição da multiplicidade dos níveis de energia dos átomos alcalinos. Notamos, portanto, a presença de elementos da ME no processo de construção de conhecimento acerca do Spin, conforme defendido por Palma (2009, 2015a, 2015b, 2016).

Considerações finais

Procuramos ilustrar como alguns dos elementos da ME, tais como o processo de *bissociação*, o quadro da *experiência disponível* e da *novidade conceitual*, foram evidenciados a partir de nossas investigações.

Nossa análise também evidenciou os dispositivos de controle exercidos pela comunidade científica frente a cada uma das tentativas em descrever os dados empíricos acerca dos átomos alcalinos. Assim, também identificamos elementos que podem ser associados aos critérios de *aprovação/rechaço*, característico do fenômeno da ME. Contudo, estes objetos da análise seriam por demais extensos para serem aqui expostos. O mesmo se deu em relação ao processo de *lexicalização*, para a qual identificamos traços de sua ocorrência, muito embora sua efetiva descrição requiera uma análise histórica mais extensa.

Frente aos resultados preliminares obtidos, podemos afirmar que a hipótese da ME defendida por Palma mostrou-se plausível em um âmbito intra científico, ou seja, considerando processos de *bissociação* que associam elementos internos pertencentes a um mesmo campo de conhecimento (em nossa análise, aspectos de um domínio conceitual para outro, exclusivamente pertencentes aos domínios da Física). Vale ressaltar que uma análise nestes termos não é contemplada nos escritos de Palma (2009, 2015a, 2015b, 2016) e neste sentido, damos aqui uma contribuição importante para corroborar a hipótese da ME.

Por fim, constatamos que a análise genealógica de uma ME evidenciou aspectos da natureza da ciência em associação com a história da ciência, mostrando-se como um possível elemento articulador dos âmbitos histórico e epistêmico. Dessa forma, uma de nossas motivações para aprofundar as investigações na direção que aqui indicamos consiste em estabelecer a ME como um instrumento metodológico capaz de articular a história da ciência e a natureza da ciência em sala de aula.

Referências

- ANDRADE, A. C. S. et al. Analogias e metáforas no ensino e aprendizagem do conceito de átomo: breve análise em livros didáticos. **Scientia Plena**, v. 10, n. 4, 2014.
- ANDRADE, Beatrice L de; ZYLBERSZTAJN, Arden; FERRARI, Nadir. Analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.1-11, dez. 2000.
- BOZELLI, Fernanda Cátia; NARDI, Roberto. O uso de analogias e metáforas como recursos didáticos no ensino de física. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n. 17, 2005.
- BROOKES, David T.; ETKINA, Eugenia. Using conceptual metaphor and functional grammar to explore how language used in physics affects student learning. **Physical Review – Physics Education Research**, Washington, v. 3, n. 1, p. 1-16, mai. 2007.
- CAVALCANTE, Sandra; FERREIRA, Luciane Corrêa; GUALDA, Ricardo. Metáfora: diferentes perspectivas. **Script**, Belo Horizonte, v. 40, n. 20, p. 8-17, ago. 2016.

- CERONI, Gabriele. Exploring the use of metaphor in communication of contemporary physics. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 116, p. 1324-1332, fev. 2014.
- DUIT, Reinders. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.
- GIBBS, Raymond. Cognitive linguistics and metaphor research: past successes, skeptical questions, future challenges. **DELTA**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 1-20, 2006.
- KOESTLER, Arthur. **The Act Of Creation**. Madrid: Last Century Media, 2014, 752 p.
- KUHN, Thomas. Metaphor in science. In: ORTONY, Andrew. **Metaphor and Thought**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. Cap. 22. p. 533-542.
- LAKOFF, George. The contemporary theory of metaphor. In: ORTONY, Andrew. **Metaphor and Thought**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. Cap. 11. p. 202-251.
- PALMA, Hector. **Metáfora e modelos científicos: A linguagem no ensino de ciências**. São Paulo: Edições SM, 2009, 111 p.
- PALMA, Hector. **Ciencia y metáforas: Crítica de una razón incestuosa**. Buenos Aires: Prometeu Libros, 2015a, 275 p.
- PALMA, Hector. Ciencia y metáforas: Los viejos ruidos ya no sirven para hablar. **Cuadernos de Neropsicología**: Panamerican Journal of Neuropsychology, Rancagua, v. 1, n. 9, p. 134-146, abr. 2015b.
- PALMA, Hector. **Metáforas en las ciencias. Un cambio de perspectiva**. 2016. Disponível em: <<http://www.revistacts.net/elforo/736-el-debate-metáforas-en-las-ciencias-un-cambio-de-perspectiva>>. Acesso em: 25 fev. 2020.
- PULACZEWSKA, H Anna. Metaphors, particles, terminology: from objectivist to cognitivist approach in physics and linguistics. In: WITCZAK-PLISIECKA, Iwona. **Pragmatic Perspectives on Language and Linguistics Volume II: Pragmatics of Semantically-Restricted Domains**. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2010. Cap. 21. p. 377-391.
- SCHRÖDER, Ulrike Agathe. A abordagem cognitiva da metáfora em perspectiva pragmática nos séculos dezoito e dezenove: as contribuições de Lambert e Wegener a discussões atuais. **Alfa: Revista de Linguística**, Araraquara, v. 52, n. 1, p. 39-56, abr. 2014.
- SOUSA SILVA, Cláudia Adriana; MARTINS, Maria Inês. Analogias e metáforas nos livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 255-289, jan. 2010.
- SKORCZYNSKA, Hanna. Metaphor and education: Reaching business training goals through multimodal metaphor. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 116, p. 2344-2351, fev. 2014.
- TOMONAGA, Sin-itiro. **The Story Of Spin**. Chicago: The University Chicago Press, 1997, 258 p.
- TURBAYNE, Colin Murray. **El mito de la metáfora**. Ciudad de Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1974, 287 p.

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS SOBRE O APRENDER FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: VALORES LIGADOS AO BELO E AO BENEFÍCIO

SOCIAL REPRESENTATION ON PHYSICAL LEARNING IN BASIC EDUCATION: VALUES LINKED TO BEAUTY AND BENEFIT

Júlia Bernardes Ogata¹, Maurício Pietrocola², Filipe Faria Berçot³, Lyon

Saluchi da Fonseca⁴

¹ USP / Instituto de Física /julia.ogata@usp.br

^{2,3,4} USP / Faculdade de Educação /mpietro@usp.br; lyon.fonseca@gmail.com; filipebercot@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi investigar as crenças e os valores de um grupo de estudantes do ensino médio sobre suas interações com o aprendizado de Física, representadas em relação às suas motivações escolares e ao valor que a escola tem para esses alunos, buscando analisar possíveis problemas e dificuldades de ensino-aprendizagem. O estudo foi motivado pela Teoria do Valor, de Tsunessaburo Makiguti, com a pretensão de olhar para as representações sociais dos alunos considerando aspectos relacionados aos valores do Bem, do Belo ou Beleza e do Benefício, conforme definidos por Makiguti. Para tanto, foi utilizada a Teoria das Representações Sociais, de Serge Moscovici e a vertente metodológica chamada Abordagem Estrutural, proposta por Jean-Claude Abric. Para analisar as representações sociais das crenças dos alunos em relação às dificuldades que eles encontram no processo educacional foi utilizada a Técnica de Associação Livre de Palavras e um questionário com escala Likert. Nossos resultados apontam que os alunos possuem uma visão positiva atrelada aos três valores.

Palavras-chave: Crenças e valores. Ensino de Física. Representações Sociais

Abstract

The purpose of this work was to investigate how the beliefs and values of a group of high school students about their interactions with Physics learning, represented in relation to their school motivations and the value that the school has for these students, seeking to test problems and teaching-learning difficulties. The study was motivated by the Theory of Value, Tsunessaburo Makiguti, with a pretension to look at the social representations of the students, considering aspects related to the values of Good, Beautiful or Beauty and Benefit, as approved by Makiguti. For that, Serge Moscovici's Theory of Social Representations and a methodological aspect called Structural Approach, proposed by Jean-Claud Abric, were used. To analyze how social representations of students' beliefs regarding the difficulties they examined in the educational process, the Free Word Association Technique and a questionnaire with a Likert scale were used. Our results aimed at students have a positive view linked to the three values.

Keywords: Beliefs and values. Physics Teaching. Social Representation.

Introdução

Educar é desenvolver valores para uma vida mais feliz e produtiva em sociedade. Não seria exagero afirmar que hoje a crise na educação seja uma crise de valores. Valores e práticas definem o que chamamos de cultura (Sewell Junior, 1992), então podemos afirmar que a cultura escolar negocia a todo momento seus valores com aqueles mais que lhe são externos presentes tanto nas expectativas da sociedade como dos alunos. O desalinhamento da cultura escolar com àquelas costuma servir de base para as críticas de inadequação ou irrelevância. Vários autores têm deixado claro que os valores incutidos nos programas e currículos escolares definem práticas escolares que distanciam a escola tanto da sociedade como dos alunos em si. Falta de motivação e engajamento, assim como resistência em aprender, muitas vezes são consequências de um ensino que se alinha com valores contrários aos que os alunos acreditam. As ciências e a matemática são disciplinas curriculares que costumam estar nessa condição de desalinhamento, pois para muitos alunos elas são eminentemente propedêuticas, servindo apenas como meios de acesso para etapas posteriores de ensino. Logo, seu valor se associa aos valores vinculados a essas etapas, gerando uma relação utilitarista que se desdobra em emoções e afetos invariavelmente negativos, tais como tristeza, ansiedade, medo, dúvida etc. Neste trabalho investigamos os valores manifestados por um grupo de estudantes a partir de um referencial de análise que visa uma educação para a paz e a felicidade como meta de todo ser humano a ser alcançada também pela escola. A teoria do valor, de Tsunessaburo Makiguti (1871 - 1944), proposta no livro *Filosofia do Valor* (1931) serviu de base para a proposta de valores educacionais, motivando o desenvolvimento de outros trabalhos sobre educação. Voss (2006), afirma em sua tese que o conhecimento emerge da experiência de vida dos indivíduos, considerando a Teoria do Valor de Makiguti ao tratar da relação entre experiência humana e o par cognição-avaliação. As manifestações dos alunos foram entendidas conforme a Teoria das Representações Sociais, proposta por Serge Moscovici. A partir desta estruturação apoiada em ambas teorias, o presente trabalho buscou analisar as representações de estudantes de Física do ensino médio de uma escola pública do município de São Paulo.

Referencial teórico e metodológico

Tsunessaburo Makiguti foi um educador japonês cuja obra produzida surgiu de suas discordâncias com o modo como a sociedade japonesa se estruturava. Ele acreditava que a educação era o melhor meio para conseguir atingir uma reforma na sociedade, no entanto, se opunha fortemente ao modelo educacional do Japão na época, o que culminou em desacordos com as autoridades educacionais. Sobre seu sentimento em relação à educação, Makiguti declarou:

“Sou impelido pelo forte desejo de impedir que a deplorável situação atual atormente a próxima geração - dez milhões de nossas crianças e estudantes forçados a suportar a agonia da competição irracional, a dificuldade de conseguir entrar em boas escolas, o “inferno das provas” e o sofrimento para encontrar um emprego depois de se formar.” (Apud IKEDA, 2017, p.39)

Apesar dessa declaração ter sido feita em uma outra época e país, é possível traçar um paralelo com alguns aspectos problemáticos da atual educação brasileira.

Em outra obra intitulada Geografia da Vida Humana (1903), Makiguti já falava sobre valores considerando que eles são criados a partir das relações que os indivíduos possuem entre si e também com o ambiente em que estão inseridos. A obra mais relevante produzida por Makiguti em relação à área educacional foi *Soka Kyoikugaku Taikei* ("Sistema pedagógico de criação de valores", em tradução livre). Um dos volumes dessa obra é a *Filosofia do Valor*, onde Makiguti defende que o propósito fundamental da educação deve ser a felicidade dos alunos e atrela essa felicidade aos valores que os indivíduos possuem. A Teoria do Valor consiste, então, na organização dos valores em três níveis, hierarquizados na forma de uma pirâmide, com valores morais no topo e valores estéticos na base. Tais valores e suas descrições são: (i) **Bem** - valor social ligado à existência grupal coletiva, (ii) **Benefício**: valores pessoais ligados à existência individual orientada para si mesmo, (iii) **Beleza**: valores sensoriais ligados a partes isoladas da existência individual (Makiguti, 2002). Contextualizando essa estrutura de valores ao ensino e ao aprendizado de Física, pode-se entender que o valor **Bem** está associado à como os estudantes conseguem observar ou não as influências dos seus estudos sobre a sociedade. O **Benefício** atrela-se ao retorno palpável e concreto que os alunos constatarem devido ao estudo de Física, enquanto que a **Beleza** se associa aos sentimentos e emoções que ela desperta no indivíduo.

Teoria das Representações Sociais

A Teoria das Representações Sociais (TRS) tem como inspiração a teoria das representações coletivas propostas por Durkheim, em 1912 (ALEXANDRE, 2000). Essa teoria foi retomada e retrabalhada pelo psicólogo francês Serge Moscovici, desenvolvendo assim uma teoria das representações coletivas aplicadas ao campo da Psicologia Social, denominada Teoria das Representações Sociais. Segundo Moscovici (1978), representações sociais são o conjunto de ideias, códigos e condutas que norteiam as ações e equilibram nossas relações sociais, e que se rompidas ou questionadas podem provocar conflitos individuais e coletivos. De acordo com Moscovici (1978) isso ocorre, pois, os grupos sociais convivem em um cotidiano permeado por um equilíbrio no qual o papel de cada membro do grupo é conhecido por todos os demais. Quando esse equilíbrio é abalado por uma quebra de expectativa comum ao grupo podem surgir tensões pessoais e interpessoais. Isso mostra o papel regulador que as representações sociais têm na convivência. Sobre isso Alexandre (2000) destaca que:

“Se o Eu se constitui na alteridade, isto é, a partir da internalização de outros, a vida privada tem origem na vida pública, na relação de um indivíduo com os outros. Por outro lado, a vida pública, estabelecendo normas de convivência, trocas de saberes, explicações e prestação de contas, é o lugar onde se constroem as representações sociais.” (Alexandre, 2000, p.168).

Moscovici (1978) chama a atenção para o fato de que as representações sociais não representam de forma alguma a supressão do indivíduo em detrimento do coletivo. Segundo o autor cada um dos elementos do grupo é um ser complexo, com a capacidade de moldar e influenciar a realidade dos grupos dos quais fazem

parte. Esse fato faz com que as influências das interações entre homem e sociedade seja uma via de mão dupla. Com isso os conflitos e tensões por quebra de expectativa de um elemento do grupo tem, não somente o poder de enquadrar o comportamento transgressor do indivíduo, como também o potencial de alterar os signos e códigos de conduta daquele grupo social. Diante das potencialidades dessa teoria, outros trabalhos na área de ensino de ciências têm se apoiado nesse referencial teórico e conduzindo uma série de representações sobre os mais diversos temas. Seja tomando como objeto de pesquisa as Representações Sociais (RS) de grupos de professores (e.g. ALMEIDA; CUNHA, 2003), cuja pesquisa mostra como os docentes representam socialmente as fases do desenvolvimento humano, seja com as RS do grupo de estudantes (e.g. OLIVEIRA et al., 2001; CARBONE; STÉFANO, 2004), que falam, respectivamente, sobre a RS de estudantes do ensino básico público e privado em relação à injustiça na escola e sobre a RS de adolescentes no que tange o trabalho e o processo de escolarização. A TRS também é pertinente neste trabalho, uma vez que os valores Bem, Beleza e Benefício podem ser compreendidos como valores de uma visão de mundo social. Com isso, se considerarmos que aquilo que emerge de um grupo social está atrelado à sua forma de lidar com o mundo social ao redor, então mapear a estrutura das RS dos estudantes relativos aos três valores em questão nos permite entender como esses valores estão incutidos no processo educacional em que estão inseridos.

Metodologia e Técnica de Análise de dados

A investigação das RS baseou-se na Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), que é uma das estratégias metodológicas na perspectiva da Abordagem Estrutural das Representações Sociais. A abordagem estrutural foi proposta por Jean Claude Abric e se fundamenta na ideia que as representações sociais são estruturadas por meio de um núcleo central e sua periferia (ABRIC, 1993). Essa configuração permite que as representações possam ser, ao mesmo tempo rígidas e flexíveis, bem como apresentarem características consensuais e individuais de um grupo social sem, contudo, ser contraditória. Isso é possível porque o núcleo central transmitirá as informações rígidas e consensuais da RS, enquanto a periferia terá as informações flexíveis e individuais. A TALP é uma técnica que consiste na evocação livre de palavras a partir de um termo indutor fornecido (DI GIACOMO, 1981). Ela possui a vantagem de proporcionar uma coleta de dados relativamente rápida e tem uma grande potencialidade de fornecer informações sobre a estrutura da representação social. As evocações obtidas por meio da TALP foram compiladas e lematizadas¹. Posteriormente, foram analisadas com o software IraMuTeQ por meio da análise de similitude. Criado por Pierre Rantinaud e disponibilizado na língua francesa até 2009, o IraMuTeQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), é um software de licença livre e gratuita, de código aberto. Isso significa que qualquer usuário pode executar, adaptar o código conforme necessário, distribuir cópias e criar redes de colaboração e aperfeiçoamento do programa. Esse software teve seu desenvolvimento estruturado na linguagem Python e baseado em funcionalidades

fornecidas pelo software estatístico R. Entre as suas possibilidades como ferramenta de análise de dados, pode-se citar pesquisas de representações sociais, uma vez que sua flexibilidade permite distintas formas de análise qualitativa textual, obtidas por meio de entrevistas, documentos e questionários (RAMOS et al, 2018).¹O cálculo de similaridades entre as evocações pode ser feito por meio de diversos métodos. Nesta pesquisa o método utilizado foi o de Jaccard. Em posse desses cálculos o software é capaz de gerar um grafo com a árvore máxima de similitude. Nessa rede gerada, o tamanho dos vértices está relacionado com a frequência com que um termo é evocado e as arestas que conectam os termos possuem espessuras proporcionais à similitude entre as palavras calculadas a partir do método selecionado. Fazendo uma relação entre os grafos gerados e a TRS, os vértices que estão mais ao centro podem ser interpretados como o núcleo da RS, enquanto que os vértices mais distantes do centro são a periferia. Além da TALP também foi utilizado um questionário com escala Likert com cinco graus de concordância a fim de complementar as informações obtidas a partir da evocação livre de palavras. Esse questionário possuía onze afirmações que possibilitaram extrair informações complementares para a análise das representações à luz dos três valores da Teoria do Valor.

A aplicação do instrumento de coleta de dados ocorreu em 2018, em uma escola estadual de ensino integral localizada em Osasco, SP. O questionário foi respondido por 318 alunos, sendo duas turmas do primeiro ano do ensino médio, cinco do segundo e duas do terceiro. Antes disso, foi realizada uma validação com um instrumento piloto em outra escola estadual de ensino integral no Estado de São Paulo, com o objetivo de identificar casos de inconsistências no instrumento de pesquisa. Como esse piloto tinha o objetivo de verificar se os termos indutores estavam adequados, o questionário foi aplicado em apenas uma turma do primeiro ano com trinta e nove alunos. A partir da análise dessas respostas, verificou-se que as evocações dos estudantes permitiram construir a representação social daquela classe e por isso decidiu-se que não seria necessário alterar o instrumento.

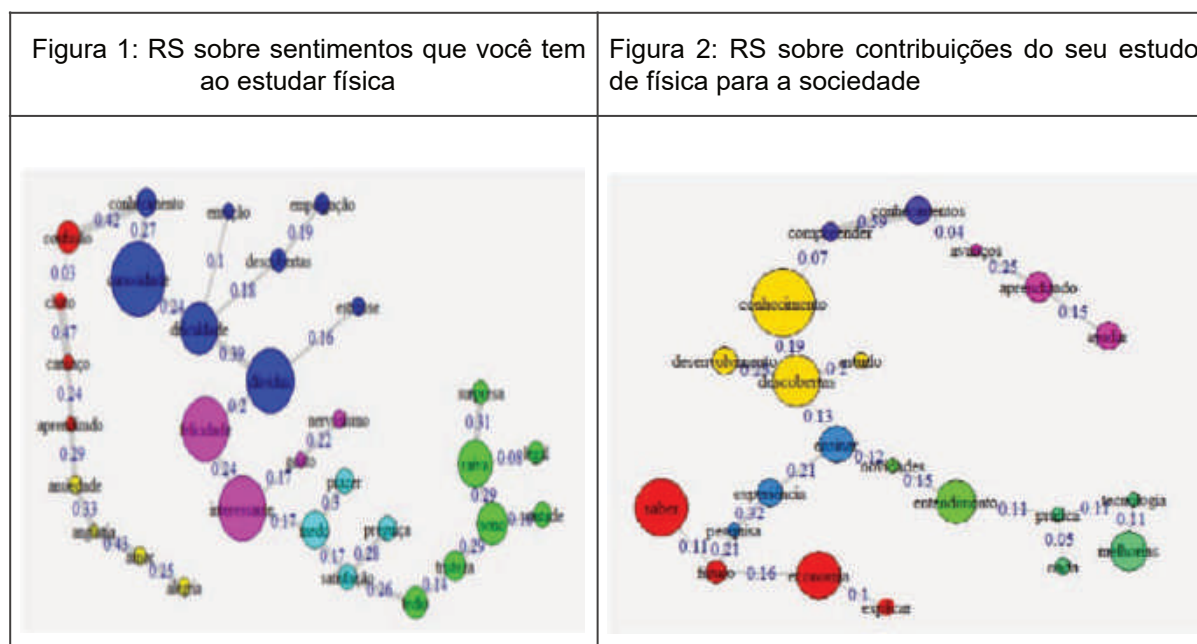
A parte referente à TALP foi produzida considerando seis termos indutores, sendo eles: (i) ciência, (ii) sentimentos que você tem ao estudar física, (iii) contribuições do seu estudo de física para a sociedade, (iv) vantagens que estudar física lhe proporciona, (v) aulas de física, (vi) o que você mais gosta de aprender. O termo “ciência” foi escolhido porque desejava-se iniciar o questionário com ideias mais gerais sobre como os alunos vêem a ciência e se a concepção deles tinha alguma relação com a Física. Os três seguintes termos abordavam diretamente os três valores da Teoria do Valor, sendo que “sentimentos que você tem ao estudar física” estava atrelado ao valor *Beleza*, uma vez que esse termo aborda valores sensoriais de maneira individual. “Contribuições do seu estudo de física para a sociedade” visava abordar o valor *Bem*, pois questiona qual é o valor social que os alunos vêm do estudo de física que eles possuem. E “Vantagens que estudar física lhe proporciona” estava associado o valor *Benefício*, porque perguntava sobre quais

¹ Lematizar as palavras consiste em reduzi-las ao radical da classe de palavras afins com o sentido de reter o sentido de cada um dos termos

eram os benefícios individuais que os alunos acreditam ter com o estudo de física. O termo “aulas de física” foi colocado com o objetivo de entender de maneira geral qual era a representação social que os alunos tinham sobre as aulas e “o que você mais gosta de aprender” buscava ter um parâmetro de comparação sobre quais eram as atividades que os alunos atrelam ao valor *Bem* no cotidiano deles. O questionário Likert, por sua vez, foi utilizado para fornecer informações complementares. Assim, foram produzidas onze afirmações que dialogavam com cada um dos três valores da teoria. Abordando especificamente o valor *Bem* haviam as frases “estudar física não me faz bem nem mal”, “o modo como o (a) professor (a) ensina física não influencia no meu gosto pela matéria” e “gosto do modo como aprendo física”. Sobre o valor *Beleza* haviam as frases “através do que estudo em física consigo contribuir positivamente com a sociedade” e “suponho que com o que aprendo em física hoje conseguirei contribuir positivamente com a sociedade em algum dia”. Sobre *Benefício* haviam as frases “estudar física me proporciona benefícios em minha vida”, “estudar física é algo fundamental em minha vida agora” e “estudar física não será fundamental para meu futuro”. Além disso, o questionário também continha frases que tinham o objetivo de dialogar com os três valores e captar aspectos gerais, sendo elas “entendo melhor a física quando vejo onde ela pode ser aplicada no cotidiano”, “entendo o motivo pelo qual tenho que aprender física” e “não dependo do espaço escolar para aprender física”. Os estudantes responderam considerando cinco graus de concordância, onde poderiam optar por “discordo muito”, “discordo”, “neutro”, “concordo” e “concordo muito”.

Resultados e discussão

Abaixo serão apresentados os grafos gerados para os termos indutores referentes aos três valores. Para realizar a análise foram consideradas apenas as respostas que tinham frequência de evocação maior ou superior a 10.

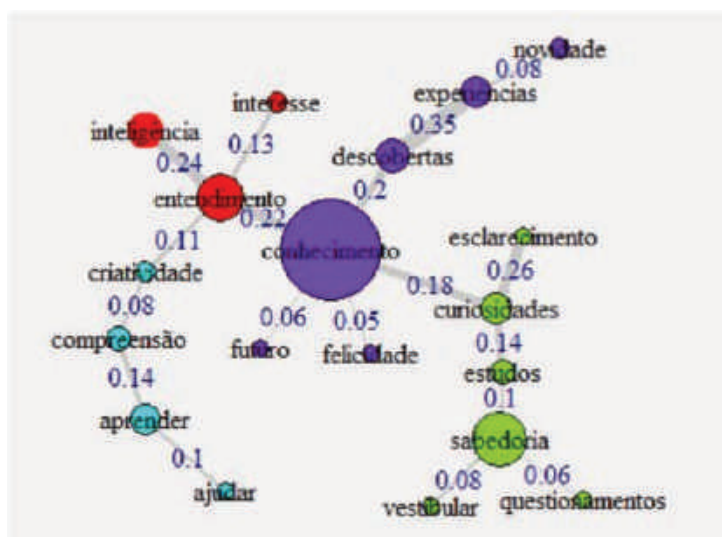


Fonte: Elaborado pelos autores

Nessa situação, os termos mais evocados ficaram localizados no núcleo da representação social. As palavras "felicidade", "interessante", "dúvidas", "dificuldade" e "curiosidade" revelam que embora existam dificuldades e dúvidas relacionadas ao estudo de física realizado pelos alunos, isso não impede a associação com sentimentos positivos, que também foram evocados com importância. Na periferia é possível observar que há uma grande variedade de sentimentos evocados, por vezes até contraditórias, como no caso de "legal" e "chato", o que é provocado devido à característica da periferia de permitir a existência de evocações que revelam aspectos individuais das pessoas que compõem esse grupo social. Além disso, nota-se que esses termos são opostos na árvore e que não há similitude entre eles, uma vez que não co-ocorreram no mesmo halo de cores.

Esse foi o termo indutor que alunos apresentaram mais dificuldades para responder, tanto em relação ao tempo de resposta, como em conseguir encontrar a existência de suas contribuições. Observou-se alguns alunos colocando "nada" ou "nenhuma" como resposta e estudantes que entregaram sem evocações. Apesar disso, com a análise da representação pode-se dizer que o aspecto mais relevante para os alunos é a questão de ter conhecimento e a partir disso tecer descobertas e se desenvolver através do estudo de física, bem como possibilitar o fornecimento de ajuda através do ensino, por exemplo.

Figura 3: RS sobre vantagens que estudar física lhe proporciona



Fonte: Elaborado pelos autores

No caso dessa representação, três termos ficam mais evidentes devido à frequência de evocação. Os termos "conhecimento", "sabedoria e entendimento" revelam que, para esse grupo de estudantes, as maiores vantagens sobre o aprendizado de Física associam-se de fato ao conhecimento e reflexões que são proporcionadas pelo estudo dessa disciplina. E não aspectos mais utilitaristas, como passar no vestibular, embora esse também seja um termo evocado.

Considerações finais

A partir dos resultados obtidos na pesquisa e com a observação do modo como os alunos se relacionavam com a escola em questão e com aspectos ligados diretamente às aulas de física, pode-se dizer que a maneira como eles descrevem os valores da Beleza, do Bem e do Benefício demonstra que esse grupo social possui uma representação positiva ligada aos três valores.

Sobre o valor da Beleza, as palavras evocadas como núcleo central estão relacionadas a aspectos positivos, como curiosidade, interesse e felicidade, embora revelem pontos desafiantes no estudo de física, tais como o surgimento de dúvidas e dificuldades. Além disso, o questionário com escala Likert mostrava que os alunos gostavam da forma como aprendem física. Em relação ao valor do Bem notou-se que os alunos tiveram maiores dificuldades de delinear como conseguem contribuir com a sociedade no presente com seus estudos em física, mas vislumbram que um dia conseguirão contribuir positivamente com os conhecimentos que adquirem atualmente. Sobre o valor do Benefício, pode-se observar que os alunos sentem que o estudo de física concede vantagens em suas vidas, principalmente através da obtenção de conhecimentos.

Referências

- ABRIC, J.C.. Central system, peripheral system: their functions and roles in the dynamics of social representations. *Papers on social representations*, v. 2, p. 75-78, 1993.
- ALEXANDRE, M. - O Saber Popular e sua Influência na Construção das Representações sociais. *Comum – Rio de Janeiro* - v.5 - nº 15 - p. 161 a 171, 2000.
- ALMEIDA, A. M. O.; CUNHA, G. G. Representações sociais do desenvolvimento humano. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 16, n. 1, 2003.
- CARBONE, R. A.; STÉFANO, M. S. M. Injustiça na escola: representações sociais de alunos do ensino fundamental e médio. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 2, 2004.
- DI GIACOMO, J. P. Aspects méthodologiques de l'analyse des représentations sociales. **Cahiers de Psychologie Cognitive**, v. 1, n.1, 1981.
- MAKIGUTI, T. Educação para uma vida criativa: ideias e propostas de Tsunessaburo Makiguti. Tradução Eliana Carpenter. Rio de Janeiro. Editora Record, 2002.
- IKEDA, D. Educação Soka: Por uma revolução na educação embasada na dignidade da vida. **Editores Brasil Seikyo**, 2017
- MOSCOVICI, S. A Representação Social da Psicanálise. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1978.
- OLIVEIRA, D. C. et al. Futuro e liberdade: o trabalho e a instituição escolar nas representações sociais de adolescentes. **Estudos de psicologia**, v. 6, n. 2, 2001.

RAMOS, M. G. et al. Contribuições do software IRAMUTEQ para a Análise Textual Discursiva. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 2018, Fortaleza, Atas – Investigação Qualitativa em Educação

SEWELL, W., Jr. (1992). A Theory of Structure: Duality, Agency, and Transformation. *American Journal of Sociology.*, 98(1), 1–29.

VOSS, R. **Vida, Experiência, Conhecimento: a reforma do sujeito em Tsunessaburo Makiguti.** Tese (Doutorado em Educação). Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

PARA ALÉM DA INSTITUIÇÃO CIENTÍFICA: O ECLIPSE SOLAR DE 1919

BEYOND THE SCIENTIFIC INSTITUTION: THE ECLIPSE SOLAR 1919

Lucas Albuquerque do Nascimento¹, Juliano Camillo²

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica / Universidade Federal de Santa Catarina, lucas.albuquerque13@hotmail.com

² Departamento de Metodologia de Ensino, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, julianocamillo@gmail.com

Resumo

Por meio da necessidade de compreender a Física e atividade científica contextualizada nas práticas humana, o uso da História das Ciências (HC) tornou-se uma possibilidade dentro da Educação em Ciências, como um campo de estudos e pesquisas que possibilita uma reflexão dessa compreensão. Dessa forma, defendemos que além das questões científicas que são discutidas e problematizadas na evolução de um conceito científico, estão imbricadas nessa atividade questões sociais como, por exemplo, contexto da época, política, religião, economia, mídia e até mesmo interesses pessoais dos envolvidos. Assim, essas questões sociais constituem também na (des)construção de um conhecimento científico. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar alguns elementos que explicitam a natureza social das atividades desenvolvidas no Eclipse Solar de 1919 observado em Sobral – Ceará e articular com o ensino *sobre* ciências por meio da natureza do conhecimento científico. Em linhas gerais, o episódio histórico em foco possibilitou a corroboração empírica de uma das bases da Teoria da Relatividade Geral (TRG) publicada por Albert Einstein (1879-1955) em 1916, a saber: o caráter curvo do espaço-tempo provocaria um desvio da trajetória da luz ao percorrer esse espaço (Efeito Einstein). Além dessa questão, aspectos sociais como o contexto da primeira guerra mundial, convicções religiosas, a não neutralidade da atividade científica, a ciência como uma construção coletiva, são questões que podem ser explicitadas a partir de uma releitura histórica. Por fim, pensar *sobre* ciências a partir de uma releitura histórica como, por exemplo, sobre o Eclipse Solar de 1919, oferece concretude para uma compreensão de ciências como uma atividade humana, imbricada de questões científicas, mas infestada também por questões sociais.

Palavras-chave: História da Ciência, Natureza do Conhecimento Científico, Eclipse Solar de 1919.

Abstract

Through the need to understand Physics and scientific activity contextualized in human practices, the use of History of Sciences (HS) has become a possibility within Science Education, as a field of studies and research that allows a reflection of this understanding. Thus, we defend that in addition to the scientific issues that are discussed and problematized in the evolution of a scientific concept, social issues are

imbricated in this activity, for example, the context of the time, politics, religion, economics, media and even the personal interests of those involved. Thus, these social issues also constitute the (de)construction of scientific knowledge. In this sense, the objective of this work is to present some elements that explain the social nature of the activities developed in the Solar Eclipse of 1919 observed in Sobral - Ceará and to articulate with the teaching about sciences through the nature of scientific knowledge. In general, the historical episode in focus enabled the empirical corroboration of one of the bases of the General Theory of Relativity (TRG) published by Albert Einstein (1879-1955) in 1916, namely: the curved character of space-time would cause a deviation the trajectory of light as it travels through this space (Einstein Effect). In addition to this issue, social aspects such as the context of the first world war, religious convictions, the non-neutrality of scientific activity, science as a collective construction, are issues that can be explained from a historical re-reading. Finally, thinking about science from a historical re-reading, such as the 1919 Solar Eclipse, offers concreteness for an understanding of science as a human activity, interwoven with scientific issues, but also infested by social issues.

Keywords: History of Science, Nature of Scientific Knowledge, Eclipse Solar 1919.

Introdução

Por meio da necessidade de compreender a Física e atividade científica contextualizada nas práticas humanas, o uso da História das Ciências (HC) tornou-se uma possibilidade dentro da Educação em Ciências, como um campo de estudos e pesquisas que possibilita uma reflexão dessa compreensão.

Nesse sentido, nas últimas décadas pesquisas vem defendendo sua utilização na Educação Científica (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE Jr., 2012; MARTINS, 2006a; ZANETIC, 1989), sendo que um dos motivos que levaram a defesa e utilização da HC no ensino de ciências foram as constantes inovações das ciências e tecnologias, passando a exigir uma Educação Científica e Tecnológica que busque a compreensão contextualizada dos saberes científicos, vinculados na dinâmica e na complexidade da vida humana.

Nessa perspectiva, Forato, Pietrocola e Martins (2011) defendem que se tornou necessário o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos alunos em todos os níveis de ensino, inclusive no ensino superior, em cursos de formação inicial de professores. Ainda segundo os autores, inserir e discutir conteúdos *sobre* as ciências na educação científica propicia um diálogo entre diversas abordagens possíveis como, por exemplo, aspectos sociais, metodológicos, econômicos, políticos, culturais, religiosos e entre outros. Assim, visa-se o ensino/aprendizagem também de aspectos epistemológicos de um conhecimento científico em constante (des)construção, ou seja, uma educação para além de um ensino *em* ciência, deve-se buscar também um ensino *sobre* e *pela* ciência.

A partir disso, uma das formas de inserir essas discussões no ensino *sobre* ciências se dar por meio da utilização de releituras históricas sobre episódios da própria ciência. Em termos de publicações, episódios históricos têm sido apresentados e discutidos como, por exemplo, o episódio da queda da maçã, que “teria” desencadeado os estudos de Isaac Newton sobre a gravitação (MARTINS, 2006b), as contribuições para a eletrostática de Benjamin Franklin (SILVA e

PIMENTEL, 2008), e a questão da geração espontânea e as contribuições de Louis Pasteur (MARTINS, 2009). Tais exemplos apresentam discussões que vão além das anedotas comumente disseminadas, por exemplo, em livros didáticos e pela própria mídia e dão uma dimensão construtiva e coletiva do conhecimento científico em questão.

Dessa forma, defendemos que além das questões científicas que são discutidas e problematizadas na evolução de um conceito científico, estão imbricadas nessa atividade questões sociais como, por exemplo, contexto da época, política, religião, economia, mídia e até mesmo interesses pessoais dos envolvidos. Assim, essas questões sociais são constitutivas na (des)construção de um conhecimento científico. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar alguns elementos que explicitam a natureza social das atividades desenvolvidas no Eclipse Solar de 1919 observado em Sobral – Ceará e articular com o ensino *sobre* ciências por meio da natureza do conhecimento científico.

Uma breve releitura histórica sobre o Eclipse Solar de 1919

Em linhas gerais, o episódio histórico em foco possibilitou a corroboração empírica de uma das bases da Teoria da Relatividade Geral (TRG) publicada por Albert Einstein (1879-1955) em 1916, a saber: o caráter curvo do espaço-tempo provocaria um desvio da trajetória da luz ao percorrer esse espaço (Efeito Einstein).

Conforme Einstein (2015) e Videira (2005), para verificar o efeito Einstein, era preciso esperar a ocasião de um eclipse solar total, pois em condições normais da Terra nenhuma outra atividade experimental seria possível registrar e analisar o desvio da luz, por apresentar o efeito de uma forma muito fraco e também “em qualquer outro momento a atmosfera está fortemente iluminada pela luz solar que as estrelas próximas ao Sol se tornam invisíveis” (EINSTEIN, 2015, p. 104). A figura abaixo (Ver Figura 1) explicita uma amostra do fenômeno que deve ser esperado.

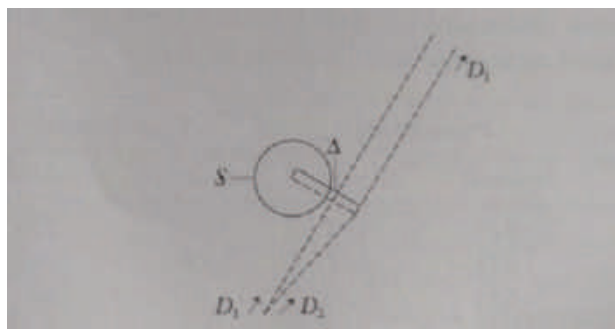


Figura 1: Efeito Einstein.
Fonte: Einstein, 2015, p. 105.

Com a “ausência” do Sol,

(...) uma estrela infinitamente distante seria vista na direção $D1$ como observada da Terra. Mas, em consequência do desvio da luz provocado pelo Sol, vemo-la na direção $D2$, isto é, a uma separação do centro do Sol um pouco maior do que a separação verdadeira (EINSTEIN, 2015, p. 105).

Mas, como se faz isso tudo na prática, ou seja, durante o eclipse?

Durante um eclipse total do Sol fotografam-se as estrelas na sua vizinhança. Depois faz-se uma segunda fotografia das mesmas estrelas quando o Sol se encontra em outra parte do céu (isto é, alguns meses mais tarde ou mais cedo). As imagens das estrelas fotografadas durante o

eclipse total do Sol devem estar desviadas radialmente para fora (afastando-se do centro do Sol), em relação à fotografia de referência por uma quantidade que corresponde ao ângulo α (EINSTEIN, 2015, p. 105).

Antes de chegar a esse valor (1,7 segundos de arco) de desvio da luz por um campo gravitacional intenso, Einstein determinou que a deflexão de um raio tangente ao Sol deveria ser de 0,875 segundos de arco (mesmo valor estimado por Soldner em 1801), “Um dos motivos da semelhança dos valores encontrados é que, embora grande parte das bases teóricas das deduções fossem completamente distintas, Einstein ainda se utilizava da noção de espaço plano em 1911” (BASILIO, 2018, p. 47-48).

A primeira tentativa de corroborar o efeito Einstein foi com as contribuições de Erwin Freundlich (1885-1964) “(...) apesar dos esforços do astrônomo Erwin Freundlich para montar uma expedição, gerou-se pouco interesse. A expedição Freundlich fracassou e a proposta de Einstein foi esquecida” (WILL, 1996, p. 70).

Outra tentativa “fracassada” de registro do efeito Einstein por meio de um eclipse solar total foi durante o ano de 1912, uma expedição inglesa, da qual participava o jovem astrônomo inglês Arthur S. E. Eddington (1882-1944) esteve na cidade mineira de Passa Quatro para observar o eclipse total de 10 de outubro. Por motivos meteorológicos não foi possível observar nada. Choveu intensamente no dia do eclipse (BARBOZA, 2010; MOURÃO, 1993).

No ano de 1914, Erwin Freundlich, organizou outra expedição para ir à Rússia observar o eclipse de 21 de agosto de 1914. No início daquele mês, começou a Primeira Guerra Mundial, os membros da expedição foram confundidos por espiões, presos e tiveram os materiais de observação confiscados (MOURÃO, 1993).

Nesse meio tempo, Einstein revendo os seus cálculos, conclui que a deflexão deveria ser 1,7 segundos de arco, o dobro do valor previsto anteriormente, no qual não fora levada em conta a curvatura do espaço-tempo (já explicado anteriormente) (MOURÃO, 1993, p. 100).

Cabe destacar que o valor previsto por Einstein até a tentativa de observação e registro do eclipse na cidade mineira e na Rússia era de 0,875 segundos de arco, ou seja, o fracasso durante essas duas expedições foi “benéfico”, pois com a análise dos registros fotográficos das estrelas durante o eclipse certamente o valor calculado seria outro (1, 7 segundos de arco) e a TRG teria sofrido críticas ou descrédito.

Ainda, conforme Mourão (1993), em 1918, nos EUA, o Observatório de Lick organizou uma expedição para observar o eclipse de 8 de junho. Infelizmente a expedição não obteve sucesso e os resultados não foram conclusivos. Mesmo diante de tanto fracasso, não houve desânimo na comunidade científica interessada em comprovar as ideias de Einstein sobre a gravitação. Dessa forma, restava esperar o próximo eclipse solar total, o qual estava previsto para o ano seguinte, em 1919.

Dessa vez, entra em cena Henrique Morize (1860-1930), francês naturalizado brasileiro, “autor de um relatório minucioso e enviado a vários observatórios, possíveis candidatos, para o envio de expedições ao Ceará, uma das melhores regiões para observação do eclipse” de 1919 (VIDEIRA, 2005, p. 83). A cidade apresentada no relatório com potencial de observação adequada do fenômeno natural era Sobral, na qual além de ser uma boa região de observações

astronômicas, possivelmente na data do eclipse apresentaria condições climáticas adequadas para os registros das chapas fotográficas.

Diante desse cenário, sabe-se que Eddington foi o principal responsável pela decisão dos ingleses organizarem e enviarem duas expedições diferentes para observação do eclipse solar total de 1919. Uma para Sobral, no Brasil, liderada por Charles Davidson e Andrew Crommelin (1865-1939) e a outra para Ilha de Príncipe, na costa ocidental da África, capitaneada pelo próprio Eddington (VIDEIRA, 2005).

O grupo de astrônomos que se dirigiram à Ilha do Príncipe não teve muita sorte, o dia amanheceu chuvoso e durante o eclipse conseguiram registrar apenas duas imagens que serviriam para a análise, com essa quantidade de chapas fotográficas registradas não seria possível fazer as comparações necessárias para verificar o possível desvio da luz pela presença de um campo gravitacional intenso (ZYLBERSZTAJN, 1989).

O período e o contexto histórico vivenciado na época dos preparativos para a expedição dirigida ao Brasil eram de constantes tensões e conflitos, pois foi durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), que desdobramentos e articulações foram realizados para a verificação do Efeito Einstein.

Conforme Videira (2005) e Will (1996), um personagem importante nessa atividade foi Eddington, que desde jovem demonstrava interesses no campo da Matemática e Astronomia. E, ao longo de sua carreira acadêmica tornou-se um cientista influente assumindo vários postos importantes no meio acadêmico como, por exemplo, assistente do astrônomo Real, no *Royal Greenwich Observatory*, professor de astronomia da Universidade de Cambridge e foi eleito membro da *Royal Society* de Londres.

Conforme discute Martins (2015) e Will (1996), após ser convocado pelo exército inglês a participar da guerra, Eddington se recusou, alegando “Objeção de Consciência”, juridicamente esse argumento era válido porque Eddington era de uma seita religiosa conhecida como *Quaker*. Diante da negação de participar da guerra, Eddington adotou também uma postura que para muitos não era comum na época, a saber:

(...) defendeu que as relações científicas deviam estar acima das divergências políticas, e que os pesquisadores dos diferentes países em conflito deviam continuar a se respeitar e a colaborar entre si. Muitos outros astrônomos, como Herbert Hall Turner, defendiam que as relações científicas com a Alemanha e todos os seus aliados deveriam ser encerradas permanentemente, por causa da guerra (MARTINS, 2015, p. 209).

Mas, foi enquanto secretário da *Royal Astronomical Society* e durante a Primeira Guerra Mundial, que Eddington através do astrônomo holandês Willem de Sitter (1872- 1934), conheceu os trabalhos de Einstein sobre a teoria da relatividade geral (FERREIRA, 2017; MARTINS, 2015).

Com o domínio da matemática e os interesses religiosos em buscar por meio da ciência apresentar um exemplo prático de como os cientistas deviam se comportar, durante as tensões e conflitos da guerra, Eddington começou a estudar e a divulgar a teoria de um físico alemão dentro da Inglaterra (WILL, 1996).

Dessa forma, as primeiras ações de Eddington foram apresentar “uma conferência sobre o assunto no congresso da *British Association for the*

Advancement of Science em 1916 e um relatório sobre a teoria para a *Physical Society* em 1918. Foi o primeiro autor de língua inglesa a escrever sobre o assunto” (MARTINS, 2015, p. 210).

Por causas de suas convicções e atitudes tomadas durante esse período, Eddington quase foi preso e só não foi por causa do apoio e da influência de Frank Watson Dyson (1868-1939), que era na época o Astrônomo Real. Segundo Martins (2015) e Will (1996), o argumento dado por Dyson que evitou a prisão de Eddington, foi que matemático e professor de astronomia (Eddington) era indispensável para o planejamento de estudos astronômicos que seriam realizados quando a guerra acabasse. Dentre esses estudos, incluíam as observações e registros do eclipse solar que ocorreria no ano seguinte, em 1919.

Todo esse contexto histórico, social, político e religioso que precedeu a observação do fenômeno natural influenciaram na possibilidade do envio ou não das duas expedições astronômicas porque somente quando “A guerra de fato terminou no final de 1918, (...) rapidamente foram organizadas duas expedições de observação” (MARTINS, 2015, p. 212).

Por fim e por conta da extensão deste trabalho, optamos por apresentar alguns antecedentes relacionados ao ano de 1919 que estão vinculados ao eclipse total do sol, talvez esse seja um dos limites deste trabalho. Ressaltamos que discutir os acontecimentos durante o eclipse e as consequências do mesmo para a comunidade científica e social são fundamentais para a compreensão da atividade acerca do Efeito Einstein.

Algumas articulações com a Natureza do Conhecimento Científico

A partir do recorte histórico e releitura realizada no tópico anterior, podemos articular alguns pontos discutidos com três asserções sobre natureza do conhecimento científico. Para isso, utilizaremos como referência o trabalho desenvolvido por Peduzzi e Raicik (2019), que apresentam, discutem e relacionam com aspectos da História da Ciência proposições sobre a Natureza da Ciência.

A primeira assertiva discute que a observação (científica) é seletiva: exige um objeto, um ponto de vista, um interesse especial, um problema. As observações são intrincadas misturas de componentes empíricos e precipitados teóricos. Não há observações neutras (PEDUZZI; RAICIK, 2019). Pensando a partir da releitura histórica, o problema acerca da concepção de gravidade, a formulação teórica da própria Teoria da Relatividade Geral (TRG) e as várias tentativas de registrar o desvio da luz por meio dos eclipses foram gerando dados a partir da teoria (TRG) para a corroboração empírica da própria teoria (TRG), ou seja, os astrônomos ao observarem, registrarem e analisarem as chapas fotográficas do eclipse de 1919 estavam aparados por uma carga tanto teórica quanto empírica.

A assertiva que trata sobre as diferentes concepções filosóficas, religiosas, culturais, éticas do investigador, assim como o contexto histórico, cultural, social em que se desenvolve a ciência, constituem o seu trabalho desde os tempos mais remotos (PEDUZZI; RAICIK, 2019), converge diretamente com os fatos e acontecimentos sociais (primeira grande guerra mundial), religiosas (princípios religiosos dos *Quakers*), e a viabilidade econômica para o financiamento concomitante de duas expedições astronômicas para observação do eclipse de 1919.

A ciência (o empreendimento científico) é uma construção coletiva, o esquecimento ou mesmo o anonimato de muitos de seus personagens é injustificável (PEDUZZI; RAICIK, 2019). Por vezes, ao discutir sobre TRG remonta-se apenas ao personagem Albert Einstein, é válido por meio da releitura histórica evidenciar as contribuições, o empenho, as dificuldades e dilemas enfrentados por outros estudiosos como, por exemplo, Eddington, Dyson, Morize.

Considerações Finais

Como discutido na introdução deste trabalho, entende-se que discussões sobre HC podem ser úteis em situações relacionadas ao ambiente da educação científica, complexificando como, por exemplo, a compreensão de Física e atividade científica contextualizada nas práticas humanas. Sendo, que uma possibilidade de se trabalhar a HC se dar por meio da utilização de episódios históricos, os quais podem ser articulados com proposições acerca da natureza do conhecimento científico.

Por meio do recorte utilizado neste trabalho e a releitura histórica sobre o Eclipse Solar de 1919, articulamos questões científicas e sociais do episódio histórico com a não neutralidade na atividade científica, as diferentes concepções filosóficas, religiosas e questões sociais e culturais como constituinte do conhecimento científico e a ciência como uma atividade construída coletivamente.

Por fim, pensar *sobre* ciências a partir de uma releitura histórica como, por exemplo, sobre o Eclipse Solar de 1919, oferece concretude para uma compreensão de ciências como uma atividade humana, imbricada de questões científicas, mas infestada por questões sociais, políticas, econômicas, religiosas e entre outros.

Referências

- BARBOZA, C. H. M. Ciência e natureza nas expedições astronômicas para o Brasil (1850- 1920). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 1, n. 1, p. 273- 294, 2010.
- BASILIO, S. G. **A Ideologia em Materiais de Divulgação Científica: Um Estudo da Imagem de Einstein em Discursos sobre as Ondas Gravitacionais**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2018.
- EINSTEIN, A. **A teoria da relatividade especial e geral**. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 2015.
- FERREIRA, P. G. **A teoria perfeita: uma biografia da relatividade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLOA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.
- MARTINS, L. A. C. P. Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 65-100, 2009.
- MARTINS, R. A. Introdução: história da ciência e seu uso na educação. In: Silva, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006a.

MARTINS, R. A. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: SILVA, C. C. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 167-189, 2006b.

MARTINS, R. A. **A origem histórica da relatividade especial**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

MOURÃO, R. R. F. **Os eclipses da superstição a previsão matemática**. Ed. Unisinos, 1993.

PEDUZZI, L. O.; RAÍCIK, A. C. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. Junho, 2019, 57 p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br, 2019.

SILVA, C. C.; PIMENTEL, A. C. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 141-159, 2008.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE Jr., O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no ensino de física. In: PEDUZZI, L. O.; MARTINS, A. F.; FERREIRA, J. M. H. (Org). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, p. 9-40, 2012.

VIDEIRA, A. A. P. Einstein e o Eclipse de 1919. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 83-87, 2005.

WILL, C. M. **Einstein estava certo? Colocando a relatividade geral à prova**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1996.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1989, 160 f. Tese – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ZYLBERSZTAJN, A. A deflexão da luz pela gravidade e o eclipse de 1919. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 224-233, dez. 1989.

A INTERPRETAÇÃO DE COPENHAGUE NA VOZ DE WERNER HEISENBERG

THE COPENHAGEN INTERPRETATION IN THE WERNER HEISENBERG'S VOICE

Gabriela Gomes Rosa¹, Nathan Willig Lima³, Cláudio José de Holanda Cavalcanti³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, gabriela.gomes@ufrgs.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, e-mail nathan.lima@ufrgs.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, e-mail claudio.cavalcanti@ufrgs.br

Resumo

Este trabalho tem como principal objetivo analisar a Interpretação de Copenhague a partir das palavras de seu principal porta-voz, o físico Werner Heisenberg, identificando suas principais teses, seus aspectos filosóficos e os físicos aos quais elas são associadas. Para isso, foram introduzidos alguns conceitos de historiografia da ciência e elementos da filosofia de linguagem de Bakhtin em diálogo com a perspectiva dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. Após apresentar a história da Física Quântica narrada por Heisenberg, a qual parte de uma resposta a elementos da filosofia kantiana, e os pilares da Interpretação de Copenhague destacados por ele (o Princípio da Complementaridade, o Princípio da Incerteza e a interpretação probabilística da função de onda), apontamos para algumas controvérsias e as principais críticas trazidas pela literatura, especialmente no que diz respeito a Niels Bohr e o Princípio da Complementaridade. Por fim, destacamos possíveis contribuições que a Interpretação de Copenhague pode trazer ao ensino de Física Quântica.

Palavras-chave: Interpretação de Copenhague, Física Quântica, Bakhtin, Estudos das Ciências

Abstract

This work has as main objective to analyze the Copenhagen Interpretation from the words of its main spokesman, the physicist Werner Heisenberg, identifying its main theses, its philosophical aspects and the physicists with which they are associated. For this, some concepts of historiography of science and elements of Bakhtin's philosophy of language were introduced in dialogue with the perspective of the Studies of Sciences of Bruno Latour. After presenting the history of Quantum Physics narrated by Heisenberg, which starts from a response to elements of Kantian philosophy, and the pillars of the Copenhagen Interpretation highlighted by him (the Complementarity Principle, the Uncertainty Principle and the probabilistic interpretation of the wave function), we point to some controversies and the main criticisms brought by the literature, especially with regard to Niels Bohr and the

Complementarity Principle. Finally, we highlight possible contributions that the Copenhagen Interpretation can bring to the teaching of Quantum Physics.

Keywords: Interpretation of Copenhagen, Quantum Physics, Bakhtin, Science Studies.

Introdução

O ensino de Física Quântica é usualmente instrumentalista, voltado principalmente para solução de problemas matemáticos e não tanto para discussão filosófica e conceitual (JOHANSSON et al., 2018; LIMA et al., 2017a, 2017b). Tal abordagem, conforme destacado por Johansson, et al. (2018), acaba por favorecer exclusivamente a habilidade de lidar com o formalismo matemático e subvalorizar outras formas de conhecimento, como a curiosidade e o raciocínio crítico. Muitas vezes, essa proposta é associada ao fato de a Interpretação de Copenhagen ser a interpretação hegemônica da Física Quântica (JAMMER, 1966, 1974).

A Interpretação de Copenhagen, muitas vezes mencionada como a “interpretação padrão” da Física Quântica (GOMATAM, 2007), embora seja comumente associada ao físico Niels Bohr, foi introduzida pela primeira vez em 1955 pelo físico Werner Heisenberg (HOWARD, 2004) e se refere a uma série de teses que formariam uma interpretação consistente sobre a mecânica quântica (HEISENBERG, 2000).

Segundo Heisenberg (2000), no ano de 1927, durante a Conferência de Solvay, em Bruxelas, os principais físicos da época, incluindo Niels Bohr, Albert Einstein, Erwin Schrodinger, entre outros, se debruçaram sobre o resultado de diversos experimentos, paradoxos e experiências mentais que versavam sobre os estudos da física atômica, discutindo suas possíveis inconsistências e formulando a primeira tentativa de organizar e sistematizar de forma completa a Mecânica Quântica: a Interpretação de Copenhagen. A partir deste texto, que foi originalmente publicado em 1955, Heisenberg passa a ser considerado o principal porta-voz dessa teoria (HOWARD, 2004).

O objetivo deste trabalho é caracterizar a Interpretação de Copenhagen seguindo a voz de Werner Heisenberg (2000) e discutir tal trabalho em diálogo com a literatura especializada. Pretendemos, assim, responder às seguintes questões de pesquisa: a) Quais são as teses da Interpretação de Copenhagen segundo Heisenberg? b) Quais são os cientistas que ele associa ao discutir tais teses? c) Quais aspectos filosóficos aparecem atados a essas teses? d) Quais questões sociais e políticas podem ser associadas à apresentação de Heisenberg sobre a Interpretação de Copenhagen? No fim, discutimos algumas implicações para o Ensino de Física Quântica.

Referencial Teórico-Methodológico

A história da ciência sempre desempenhou um importante papel na legitimação da ciência frente às demais formas de conhecimento, sendo um elemento importante na construção da concepção de ciência que temos hoje (VIDEIRA, 2007).

A perspectiva de história da ciência empregada neste trabalho dialoga com os Estudos das Ciências de Bruno Latour, que Videira (2007) classifica como pós-

modernista¹. Os Estudos das Ciências de Latour assumem que as teorias científicas se estabelecem através de redes, as quais se formam através da conexão de humanos e não-humanos. Em tais redes, o cientista passa a seu porta-voz, (LATOURE, 2013; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2018).

Ademais, o presente trabalho também traz alguns elementos da filosofia de linguagem de Bakhtin, de forma articulada como é proposto por Lima, et al (2018). Em especial, valemo-nos do conceito de voz bakhtiniano, entendido como uma visão de mundo por traz do enunciado, que expressa, ao mesmo tempo, concepções ônticas, epistêmicas, políticas.

Metodologia

Foi utilizado o dispositivo de análise proposto por Veneu, Ferraz e Rezende (2015). Este dispositivo é estruturado em quatro etapas distintas. A primeira etapa consiste na identificação dos enunciados a serem analisados. A segunda etapa consiste na realização de uma leitura preliminar, observando as possibilidades de articulação com conceitos da Filosofia da Linguagem. A terceira etapa consiste na investigação do contexto extraverbal, analisando com quais enunciados anteriores o autor dialoga e qual o seu auditório. Por fim, a quarta, e última, etapa consiste na realização da análise bakhtiniana propriamente, onde articula-se o que foi encontrado na análise do contexto extraverbal com as características identificadas no enunciado e, então, responde-se as questões de pesquisa. No presente trabalho, apresentaremos todos os elementos da análise conjuntamente, principalmente, pela limitação de espaço.

A Interpretação de Copenhague na voz de Werner Heisenberg

Para compreender a Interpretação de Copenhague e os conceitos centrais sobre os quais a teoria está fundamentada é importante entender os problemas históricos que motivaram a sua formulação. No livro *Physics and Philosophy*, Heisenberg (2000) traça, segundo sua visão, o contexto histórico no qual a teoria quântica foi estabelecida. A descrição dos eventos citados pelo autor foi disposta, em ordem cronológica, na tabela abaixo.

Tabela 1 – Linha do tempo narrada por Werner Heisenberg contendo os fatos e problemas que antecederam a elaboração da Interpretação de Copenhague.

Ano	Fato/Problema
~1890	<u>Catástrofe do Ultravioleta</u> : Rayleigh-Jeans falham em descrever a emissão de um corpo negro para altas temperaturas.
1900	<u>Lei de Planck</u> : Planck reproduz teoricamente os resultados experimentais de Curbaum e Rubens através de fórmulas matemáticas. Quando Rubens e Planck comparam os resultados experimentais mais recentes com a fórmula sugerida por Planck encontraram concordância completa. Surge, então, o conceito de quanta de energia. Não havia como introduzir a ideia de que a energia radiante só pode ser emitida/absorvida em quantidades discretas na

¹ Deve-se ressaltar que o próprio Bruno Latour (2013) não aceita tal denominação.

Física tradicional.

Efeito Fotoelétrico: A emissão de elétrons por metais sob ação de luz, a energia dos elétrons só dependia da frequência da luz (e não da intensidade).

Calor Específico dos Sólidos: A teoria tradicional coincidia para altas temperaturas, mas discordava para temperaturas baixas.

1905 Efeito Fotoelétrico: Einstein resolve o problema com uma explicação através dos quanta de Planck: “a luz consiste em quanta de energia que se propagam no espaço”.

1907 Calor Específico dos Sólidos: Einstein também resolve o problema do calor específico dos sólidos através de uma explicação baseada nos quanta de Planck.

1911 Átomo de Rutherford: Rutherford apresenta o átomo como um sistema planetário.

1913 Bohr Explica a Estabilidade do Átomo: Bohr usa dos quanta para descrever os estados energéticos do átomo.

1914 Experimentos de Franck-Hertz, Stern-Gerlach confirmam os níveis estacionários: A existência de níveis estacionários discretos é verificada nas experiências de Franck e Hertz e Stern e Gerlach.

1923 Efeito Compton: Compton descobriu que a frequência dos raios X espalhados não coincidia com a frequência do raio X incidente

1924 Ondas de Matéria: de Broglie estende o dualismo para as partículas elementares que constituem a matéria, começando pelo elétron.

1924 Ondas de Probabilidade: Bohr, Kramers e Slater publicam um artigo onde sugerem que as ondas eletromagnéticas não são ondas “reais”, mas são como ondas de probabilidade, cuja intensidade determinaria a probabilidade associada à absorção de um quantum de luz por um átomo naquele ponto.

1924 Princípio da Correspondência: Bohr sugere abandonar o conceito de orbitais eletrônicos, mas mantê-lo para grandes órbitas. Posteriormente este princípio se tornou uma base para o primeiro desenvolvimento de uma formulação matematicamente precisa da teoria quântica.

1925 Mecânica Quântica: Estabelece-se um formalismo matemático semelhante a mecânica clássica, porém a posição e o momento do elétron não comutam, ao contrário do que acontece com um corpo clássico, sendo essa a principal diferença entre a mecânica clássica e a mecânica quântica.

1926 Equação de Schrodinger: Edwin Schrodinger estabelece uma equação para as ondas estacionárias de de Broglie. Assim, estabelece-se a mecânica ondulatória, que é matematicamente equivalente com a mecânica quântica.

1927 A Interpretação de Copenhague: Durante a Conferência de Solvay, em Bruxelas, os principais físicos da época formulam a primeira tentativa de organizar de forma completa a Mecânica Quântica.

Fonte: Tabela construída pelos autores com base nos eventos narrados ao longo do capítulo “A História da Teoria Quântica” do livro Física e Filosofia de Werner Heisenberg (1987).

A Interpretação de Copenhague inicia com um paradoxo que versa sobre a limitação do nosso conhecimento. Segundo Heisenberg (2000), todos os experimentos da física devem poder ser descritos em termos da física clássica,

porém esta descrição possui limitações que implicam relações de incerteza. Heisenberg afirma que devemos compreender essas limitações e aceitá-las, o que sugere que a física clássica é uma tradução da maneira como compreendemos o mundo e, portanto, não faz sentido tentar melhorá-la. Tal problema é uma marca presente nos enunciados de Heisenberg, sendo também tratado no artigo de 1927 sobre o Princípio da Incerteza. Pode-se reconhecer como uma resposta à filosofia kantiana, que trata da impossibilidade de lidarmos com o mundo sem algumas formas *a priori*, como espaço e o tempo (o que apresenta-se como uma primeira resposta à pergunta de pesquisa “c”). Em especial, o tratamento dessa questão por Bohr parece ter influenciado fortemente Heisenberg (JAMMER, 1966). Ademais, identificamos, no enunciado de Heisenberg, a estruturação da interpretação de Copenhague em três teses (respondendo à pergunta de pesquisa “a”)

Tese 1: Princípio da Complementaridade

A elaboração do princípio da complementaridade é atribuída ao físico Niels Bohr e, segundo Heisenberg (2000), este conceito abrange três diferentes aspectos da teoria quântica. O primeiro aspecto se refere à ‘dualidade onda-partícula’, na qual Bohr considera que um objeto quântico não pode ser, ao mesmo tempo, uma onda e uma partícula, mas que essas duas naturezas distintas são complementares entre si (HEISENBERG, 2000). O segundo aspecto incorporado pelo princípio da complementaridade faz referência ao Princípio da Incerteza, o qual afirma que a posição e a velocidade (ou momento) de uma partícula são complementares. Ou seja, só podemos ter conhecimento, com precisão, de uma das propriedades da partícula: sua posição ou sua velocidade (ou momento) (HEISENBERG, 2000). Por fim, o último aspecto abrangido pelo princípio da complementaridade, segundo Heisenberg (2000), faz referência a descrição espaço-temporal dos eventos atômicos ser complementar à descrição determinística. Em outras palavras, a função de onda descreve os possíveis estados da partícula em diferentes momentos, mas quando realizamos uma medida e, assim, podemos determinar a posição da partícula em determinado instante, ocorre uma quebra na continuidade da função de probabilidade, ou o colapso da função de onda, e, então, sabe-se a posição do objeto e nada mais podemos saber sobre o sistema. Jammer (1964) reconhece que Bohr teve forte influência, além do kantismo, do pensamento fenomenológico de Kierkegaard (respondendo à pergunta de pesquisa “c”).

Tese 2: A interpretação probabilística

Heisenberg faz uso do conceito “função de probabilidade” para explicar como realizamos a interpretação de fenômenos na mecânica quântica. Conforme sua descrição, a análise de um objeto quântico consiste em realizar observações iniciais e, por meio delas, determinar a função de probabilidade; na sequência, calcular a função de probabilidade em qualquer instante, com o auxílio das ‘leis quânticas’; e, por fim, determinar a probabilidade, em uma medida, da ocorrência de uma certa grandeza observada, onde a função de probabilidade, que descreve o possível comportamento do objeto, não representa um curso de eventos no correr do tempo e só é ligada a realidade se uma nova medida for realizada.

Segundo Heisenberg (2000), a função de probabilidade deve descrever o fato que estamos estudando e nosso conhecimento sobre o fato. De modo que, um outro observador, com arranjos experimentais melhores, poderia conhecer as

variáveis observadas com mais precisão, o que melhoraria seu conhecimento sobre o fato. Sendo assim, o erro experimental não é uma propriedade da partícula observada, mas uma limitação nossa que também deverá estar descrita na função de probabilidade. Apesar de utilizar o conceito de “função de probabilidade”, Heisenberg não faz menção explícita à interpretação probabilística de Born no seu texto, embora, provavelmente, estivesse falando dela. No artigo original de Born, o físico discute o impacto de sua proposta para a doutrina filosófica do determinismo (respondendo à questão de pesquisa “c”).

Tese 3: O Princípio da Incerteza

Heisenberg (2000) não define explicitamente o que é o Princípio da Incerteza, o qual havia sido introduzido por ele mesmo em 1927, mas trata dele em diversos momentos de seu texto. Por outro lado, o autor reforça diversas vezes a distinção existente entre as diferentes incertezas que estão presentes durante realização de um experimento na Física Quântica: existem as incertezas provindas das relações de incerteza (que ele não define e não explica a origem) e a incerteza proveniente do aparato experimental, que ocorre devido as limitações em descrever o mundo a partir de uma análise clássica (HEISENBERG, 2000). Na apresentação original de Heisenberg, em 1927, o Princípio da Incerteza é fortemente atado a uma visão positivista (respondendo à questão de pesquisa “c”).

Discussão

A narrativa de Werner Heisenberg poderia ser classificada como uma “historiografia do cientista aposentado”, na qual o cientista, ele mesmo ator da história da ciência, torna-se autor e passa a contar sua própria história (VIDEIRA, 2007). Em sua narrativa, Heisenberg adota o gênero historiográfico que Videira (2007) rotula como “história de problemas”: ele destaca os principais problemas da época e, na sequência, como foram solucionados e culminaram, finalmente, na Interpretação de Copenhague. Esse gênero narrativo está fundamentado no positivismo e aponta para um desenvolvimento da ciência de forma linear, sendo um dos gêneros preferidos pelos cientistas (VIDEIRA, 2007). Nessa história linear, vemos que Heisenberg estabelece três teses (Princípio da Dualidade Onda-Partícula, Interpretação Probabilística e Princípio da Incerteza), às quais estão ligadas aos físicos Niels Bohr, Max Born e o próprio Werner Heisenberg (respondendo à pergunta de pesquisa “a”). As principais influências filosóficas que podem ser identificadas são a filosofia positiva, a fenomenologia de Kierkegaard, e uma crítica ao kantismo tradicional e ao determinismo.

A literatura (GOMATAM, 2007; HOWARD, 2004) aponta diversos problemas presentes na Interpretação de Copenhague descrita por Werner Heisenberg, principalmente no que se refere aos conceitos e ideais que ele atribui a Niels Bohr. Howard (2004) afirma que o Princípio da Complementaridade de Bohr está longe de ser o que passou a ser considerado como pilar da Interpretação de Copenhague

De modo distinto ao que é proposto por Heisenberg (2000) no primeiro aspecto da complementaridade, Bohr lida com a dualidade onda-partícula através do que Gomatam (2007) denomina de ‘inseparabilidade’: o objeto quântico e o arranjo experimental formam um único todo que não pode ser desassociado, o “sistema quântico” consiste na totalidade do sistema observado mais entes microscópicos utilizados para observação. Sendo assim, deixamos de ter um mesmo objeto se

comportando de maneiras diferentes em duas experiências distintas e passamos a ter dois sistemas quânticos diferentes que, portanto, apresentam em dois resultados experimentais diferentes (GOMATAM, 2007; HOWARD, 2004). Os autores também apontam que nunca existiu, de fato, o que Heisenberg denomina como “A Interpretação de Copenhague”. O que existia era um grupo de cientistas que acreditava que a mecânica quântica era uma teoria completa e o consenso sobre a importância da complementaridade, do princípio da incerteza e do emaranhamento na interpretação da mecânica quântica (HOWARD, 2004).

Não temos como saber os motivos que de fato levaram Heisenberg a propor a Interpretação de Copenhague, mas podemos fazer algumas suposições. Além de marcar seu nome e seus feitos na história da Física Quântica, Heisenberg claramente utilizou da teoria proposta para legitimar suas concepções e ideais. Além disso, durante a Segunda Guerra Mundial, Heisenberg, que fazia parte de uma família tradicional da Alemanha, voltou para seu país de origem e assumiu a liderança do projeto da bomba atômica alemã (CASSIDY, 1992 apud HOWARD, 2004). O envolvimento de Heisenberg com os nazistas culminou em seu afastamento do círculo interno de cientistas de Copenhague, principalmente após um desentendimento com Bohr durante uma visita a Copenhague em 1941 (HOWARD, 2004). Ao tomar para si o papel de porta-voz do que ele mesmo intitulou como “Interpretação de Copenhague” pode ter levado Heisenberg a supor que lhe renderia uma possibilidade de reinserção no círculo de cientistas da escola dinamarquesa (HOWARD, 2004) (respondendo à questão de pesquisa “d”).

Considerações Finais

Discutimos, nesse trabalho, a Interpretação de Copenhague na voz de Werner Heisenberg, ressaltando, segundo o enunciado do físico alemão, as teses que compõem a interpretação, os cientistas associados a elas, bem como as possíveis influências filosóficas. Por fim, discutimos o fato de que a literatura aponta que a história contada por Heisenberg difere do que pode ser encontrado em fontes historiográficas primárias – o que revela uma possível intenção do autor em recontar sua história após episódios sociopolíticos em que se envolveu no período da segunda guerra mundial.

Do ponto de vista pedagógico, esse episódio é um exemplo de por que não podemos encarar a ciência de forma ingênua, uma vez que, se aceitarmos a história da interpretação de Copenhague e a própria teoria somente a partir da perspectiva de Heisenberg, estaríamos sendo levados a uma interpretação da mecânica quântica que difere filosófica e conceitualmente daquilo que seus fundadores acreditavam. Deve-se ressaltar, ainda, que há uma grande semelhança entre os fatos narrados por Heisenberg e os fatos que se encontram narrados nos livros didáticos (LIMA et al., 2018) – o que indica, em certo ponto, que a voz de Heisenberg segue atuante na narração da história da Física Quântica.

Defendemos que o ensino de Física Quântica deve superar a tendência instrumentalista do “*Shut up and calculate*”, pautada em uma pedagogia típica do período da Guerra Fria (KAISER, 2006), e aderir a tendências pedagógicas dialógicas, que apontem a construção histórica da teoria, com suas disputas, influências filosóficas e hibridizações com o cenário sociopolítico. Como alternativa didática, por exemplo, propomos que história da Interpretação de Copenhague seja contada a partir de uma análise crítica das redes sociotécnicas articuladas por Heisenberg, na qual sejam explicitados os cientistas, as teses, os experimentos e as

perspectivas filosóficas mobilizadas por ele ao construir sua teoria, além de seus interesses e motivações pessoais.

Referências

GOMATAM, R. Niels Bohr's interpretation and the Copenhagen interpretation - Are the two incompatible? **Philosophy of Science**, v. 74, n. 5, p. 736–748, 2007.

HEISENBERG, W. **Física e Filosofia**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1987.

HEISENBERG, W. **Physics and Philosophy**. London: Penguin Books, 2000.

HOWARD, D. Who invented the “Copenhagen interpretation”? A study in mythology. **Philosophy of Science**, v. 71, n. 5, p. 669–682, 2004.

JAMMER, M. **The Conceptual Development of Quantum Mechanics**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1966.

JAMMER, M. **The Philosophy of Quantum Physics**. New York: John Wiley and Sons, 1974.

JOHANSSON, A. et al. “Shut up and calculate”: the available discursive positions in quantum physics courses. **Cultural Studies of Science Education**, v. 13, n. 1, p. 205–226, 2018.

KAISER, D. **Pedagogy and the practice of science**. Cambridge: The MIT Press, 2006.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. São Paulo: Editora 34, 2013.

LIMA, N. W. et al. A História do Fóton em Livros de Física. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1953, 2017. a.

LIMA, N. W. et al. Uma Análise Bakhtiniana dos Enunciados sobre o Efeito Fotoelétrico em Livros Didáticos do Ensino Superior. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1947, 2017. b.

LIMA, N. W. et al. Um Estudo Metalinguístico sobre as Interpretações do Fóton nos Livros Didáticos de Física Aprovados no PNLDEM 2015: Elementos para uma Sociologia Simétrica da Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 331–364, 2018.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 367–388, 2018.

VENEU, A.; FERRAZ, G.; REZENDE, F. Análise De Discursos No Ensino De Ciências: Considerações Teóricas, Implicações Epistemológicas E Metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 1, p. 126–149, 2015.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e história da ciência. **Escritos. Revista do Centro de Pesquisa da Casa de Rui Barbosa**, v. 1, n. 1, p. 111–158, 207.

“SOBRE A INTERAÇÃO DAS FORÇAS NATURAIS”: UMA DISCUSSÃO SOBRE A PROPOSIÇÃO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NOS ARTIGOS DE HELMHOLTZ

ON THE INTERACTION OF NATURAL FORCES: A STUDY ON THE ENERGY CONSERVATION IN HELMHOLTZ’S PAPERS

Leticia Glass¹, Débora Polli Mendeleiski² Nathan Willig Lima³, Matheus Monteiro Nascimento⁴

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – leticia.glass@ufrgs.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física – debora.polli@ufrgs.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – lima.nathan@ufrgs.br

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – matheus.monteiro@ufrgs.br

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise histórica de dois textos originais de Hermann von Helmholtz: *Sobre as Interações das Forças Naturais* e *Sobre a Conservação da Força* -identificando, principalmente, a moldura filosófica subjacente à proposição do autor. Esses artigos são considerados na literatura, os textos que definiram pela primeira vez em sua generalidade o conceito de Conservação de Energia. Como foco para a análise dos textos, escolhemos as visões filosóficas que o autor apresenta em seus escritos. Utilizamos como referencial teórico as ideias do filósofo Bruno Latour. Para conduzir este trabalho, foram formuladas três questões: 1) quais exemplos são apresentados nos artigos originais para definir a conservação de energia? 2) que fenômenos o autor pretende explicar? 3) qual visão filosófica de mundo desse cientista? As respostas para cada uma das questões apresentadas, aparecem durante a análise dos artigos e na conclusão do trabalho.

Palavras-chave: conservação de energia, história e filosofia da ciência, Latour,

Abstract

The present work aims to carry out a historical analysis of two original texts by Hermann von Helmholtz: *On the Interactions of Natural Forces* and *On the Conservation of Force* - identifying, mainly, the philosophical framework underlying the author's proposition. These articles are considered in the literature, the texts that first defined the concept of Energy Conservation in general. As a focus for the analysis of the texts, we chose the philosophical views that the author presents in his writings. We use the ideas of the philosopher Bruno Latour as a theoretical reference. To conduct this work, three questions were asked: 1) what examples are presented in the original articles to define energy conservation? 2) what phenomena does the author intend to explain? 3) what philosophical worldview of this scientist? The answers to each of the questions presented, appear during the analysis of the articles and at the conclusion of the work.

Keywords: conservation of energy, history and philosophy of science, Latour

Introdução

O princípio da conservação de energia, um dos princípios fundamentais da Física, foi discutido de diferentes formas por um grande número de cientistas de maneira simultânea (KUHN, 1977) e, finalmente, definido em sua generalidade por Hermann Von Helmholtz (ELKANA, 1975).

O processo de definição desse conceito apresenta faces diversas. Ele ocorreu no contexto da revolução industrial, período caracterizado pelo crescente interesse no desenvolvimento de máquinas térmicas, principalmente na Europa. Existia também, no mesmo período histórico, a crença na possibilidade de construção de uma máquina que realizasse movimento perpétuo. Nesse contexto, é impossível apontar apenas um cientista como responsável pela formulação do princípio da conservação da energia. Deve-se atentar, entretanto, que não podemos definir esse como um trabalho colaborativo, mas sim simultâneo, sobre o qual vários nomes da Ciência realizam experimentos e publicações independentes (GOMES, 2018a, 2018b). Isso ocorreu principalmente porque não havia, ainda, uma definição do conceito de Energia, bem como de suas potencialidades e relações. Sendo assim, quando Leibniz estudava a quantidade de movimento, Carnot fazia experimentos sobre máquinas térmicas, Faraday investigava conversões de energia elétrica e Liebig analisava características fisiológicas dos homens e animais. Não se entendia à época, que se tratava de um mesmo fenômeno (KUHN, 1977).

Nesse contexto, Hermann von Helmholtz (1821-1894) se destacava como médico e físico. Desde muito jovem teve contato com os trabalhos de vários cientistas como Newton e D’Alambert. Estudou muitos anos com o também médico Muller e, portanto, era conhecedor de vários estudos relacionados à energia. Helmholtz foi o primeiro a definir o conceito da conservação de energia matematicamente e de forma geral (ELKANA, 1975). Apesar de nem mesmo ele ter uma definição clara do que era a energia, a ideia de conservação de um ente (que ele chama de “Kraft” e que foi traduzido como força), foi definida por ele.

Outro aspecto de destaque vinculado ao trabalho de Helmholtz é a sua visão sobre a natureza da ciência. A despeito de ser amplamente reconhecido pela sua proposição sobre a conservação da energia ou pela criação do oftalmoscópio, suas contribuições filosóficas extrapolam a Física (e a própria medicina) e o colocam como um nome importante no campo da epistemologia (SCHIEMANN, 2009).

Nosso objetivo é realizar uma análise histórica sobre dois artigos escritos por Helmholtz: *On The Conservation of Force (Sobre a Conservação da Força)*, considerado o texto no qual o conceito é definido formalmente pela primeira vez e *On the Interactions of Natural Forces (Sobre as Interações da Força)*, texto em que o autor trata das relações entre as forças da natureza e no qual cita o primeiro texto. Esses dois artigos são nosso objeto de estudo e serão discutidos à luz de um conjunto de autores que definem diferentes visões filosóficas. Para isso, buscaremos responder a três perguntas de pesquisa: 1) quais exemplos são apresentados nos artigos originais para definir a conservação de energia? 2) que fenômenos o autor

pretende explicar? 3) qual visão filosófica de mundo subjacente aos trabalhos desse cientista?

Referencial Teórico-Metodológico

O presente trabalho apresenta um relato histórico, explicitando, principalmente, as visões filosóficas presentes nos textos. Em especial, pretendemos identificar e categorizar as visões filosóficas de Helmholtz segundo as seguintes categorias: a) holismo *versus* reducionismo; b) essencialismo *versus* instrumentalismo.

Um dos precursores do Reduccionismo foi René Descartes. Ele propôs a analogia do mundo que funcionava como uma máquina, na qual todos os fenômenos poderiam ser reduzidos às leis de movimento da Física. Descartes também concebe o corpo humano como uma máquina e os movimentos do coração e dos nervos como responsáveis pela vida (DESCARTES, 2013). Ou seja, o reducionismo é uma moldura filosófica para a qual todos os fenômenos podem ser explicados a partir de movimento e interações. O autor Fritjof Capra, ampliando a noção de paradigma científico de Thomas Kuhn, denomina essa moldura filosófica ou visão de mundo como paradigma mecanicista. Em seu livro *O Ponto de Mutação* (1986) o autor descreve o paradigma reducionista como hegemônico para toda a sociedade moderna, e como esse teve influência em outras áreas do conhecimento que não as exatas, como a concepção de vida e de saúde, a psicologia e a economia (PIGOZZO; LIMA; NASCIMENTO, 2019). Em oposição a este paradigma, o autor apresenta uma moldura filosófica denominada de holismo. O holismo refere-se a uma visão da realidade em função da totalidade e que não pode ser reduzida a unidades menores.

Já o essencialismo, segundo Popper (1963), descreve a natureza das coisas, sua essência. Segundo essa visão, a ciência fornece explicações “últimas”, ou seja, desvelam ou descobrem as essências da realidade. Em contrapartida, o instrumentalismo refere-se ao posicionamento filosófico que nega ser possível haver uma explicação física definitiva. Alguns filósofos instrumentalistas, como Mach, sequer acreditam que exista uma essência oculta a ser descoberta na natureza. Esses veem a ciência como mero instrumento ou ferramenta capaz de fornecer explicações e previsões, mas não descrições.

Metodologia

A seleção dos textos se deu através de leituras sobre a gênese do conceito de Energia. A partir de artigos de história da Ciência (GOMES, 2015a, 2015b) foi possível identificar o conceito de conservação como fundamental ao longo da história do conceito de energia. A conservação de um ente, que só depois foi denominado energia, foi o que deu início a esse desenvolvimento. Depois disso, a busca seguiu através de fontes secundárias (ELKANA, 1975) que tratavam sobre o tema da conservação de forma mais aprofundada. A partir da leitura dessas obras, identificamos a importância dos dois textos escritos pelo físico Hermann von Helmholtz, os quais estavam indicados como fontes da primeira definição generalizada da conservação de energia.

Em paralelo à busca das fontes historiográficas primárias, estudamos as diferentes doutrinas filosóficas que disputavam a concepção sobre a natureza do conhecimento e da realidade – chegando ao delineamento das quatro categorias

supracitadas. As fontes historiográficas primárias foram, então, analisadas buscando verificar suas relações com os diferentes posicionamentos filosóficos.

Um resgate das Ideias Originais de Helmholtz sobre Conservação de Energia

O primeiro artigo de que tratamos é *On the Interaction of Natural Forces* (HELMHOLTZ, 1995a). O objetivo desse artigo é discutir o moto perpétuo, ou seja, máquinas capazes de reutilizar sua energia infinitamente na geração de trabalho, tema importante na época. Helmholtz falava da busca incessante pela produção de uma máquina que fosse capaz de realizar tal tarefa. O argumento inicial, o qual Helmholtz pretende refutar, é o de que homens e animais parecem corresponder a um aparato capaz de realizar moto perpétuo, uma vez que realizam movimento sem consumir combustível algum, ou seja, usando sua própria energia. Então, se os homens pudessem ser construídos, o moto perpétuo seria encontrado. A intenção de Helmholtz a apresentar esse argumento é a de refutá-lo (bem como o moto perpétuo de modo geral), não por considerar que homens e animais não possam ser comparados a máquinas, mas por entender que esses, assim como as máquinas, necessitam de combustível para realizar suas ações.

O corpo do animal, portanto, não difere do motor a vapor no que diz respeito à maneira como obtém calor e força, mas difere dele na maneira pela qual a força adquirida é utilizada. Além disso, o corpo é mais limitado que a máquina na escolha de seu combustível [...] (HELMHOLTZ, 1995a, tradução nossa)

Nesse trecho, a visão mecanicista do autor aparece explícita, na concepção de corpo apenas como um instrumento que usa energia para realizar movimentos, como uma máquina.

Para provar a impossibilidade do moto perpétuo, o autor apresenta o argumento das transformações de forças¹. Ressaltamos ainda que, como citado na introdução, muitos cientistas trabalhavam simultaneamente nesse mesmo conceito, através de diferentes experimentos e métodos. Nenhum deles, porém, usara a palavra energia para caracterizar esse ente. Mesmo assim, considera-se que a definição de Helmholtz tenha sido a original. Por questão de correspondência, nessa análise usaremos o termo força, como consta no artigo original.

A argumentação para provar essa impossibilidade através das transformações inicia nos processos inorgânicos. A tarefa então seria rastrear para quais transformações existe um ganho de força. Ao invés disso, no entanto, o autor inverte a pergunta.

Como posso fazer uso das relações conhecidas e desconhecidas das forças naturais para construir um moto perpétuo? Mas se eu perguntar: se o moto perpétuo é impossível, quais são as relações que devem existir entre as forças naturais? Tudo é ganho por essa inversão da questão. As

¹ Helmholtz, originalmente escreve em alemão e chama essa entidade, da qual trata nesse e em outros artigos de *Kraft*. A tradução literal do termo para o português seria força, e é assim que os artigos em inglês o apresentam. Porém entende-se que se tratava do princípio de conservação de energia, devido à sua formulação matemática e suas definições (ELKANA, 1975)

relações das forças naturais se articulam com as consequências dessa suposição, uma série de relações desconhecidas é descoberta ao mesmo tempo e a correção daquilo que ainda falta provar. Se uma dessas relações puder ser falsa, então o moto perpétuo seria possível. (HELMHOLTZ, 1995a, tradução nossa)

Para responder esse questionamento, o autor apresenta um exemplo de conversão de forças da natureza em força mecânica, o de um moinho que usa a força do rio (uma força da natureza) para erguer um martelo (força mecânica). Segundo o texto, esse exemplo e uma série de outras transformações e descrições de máquinas, encontram-se detalhados no artigo *Da conservação da Força* (HELMHOLTZ, 1995b) que é considerado o artigo da primeira formulação do conceito de conservação de energia, no qual o próprio autor a denomina de lei universal.

Ao longo de seu artigo, Helmholtz discute fenômenos mecânicos, térmicos, elétricos e químicos (ainda são dados exemplos astronômicos e fisiológicos no outro artigo). Além do exemplo do moinho, Helmholtz descreve a produção de calor através da fricção e ainda exemplares de baterias. Esses aparatos mecânicos e descrições tem o objetivo de exemplificar as transformações da força, mostrando que essa se conserva quando é transformada de um tipo para outro. No final desse artigo, Helmholtz ainda afirma que essa lei serve também para a natureza orgânica.

Voltando ao artigo *Das Interações das Forças Naturais*, destacamos ainda que o autor se debruça sobre fenômenos astronômicos, como a formação planetária e a rotação e translação dos planetas. No entanto, se para os processos inorgânicos a impossibilidade do moto perpétuo está clara, resta saber, como citado no início da sessão se o mesmo vale para os processos orgânicos.

Ao final deste artigo então, o autor retorna à questão da fisiologia humana e do moto perpétuo.

Se, então, o processo no corpo animal não se distingue desse processo inorgânico, de onde vem o nutrimento que constitui a fonte da força do corpo? (HELMHOLTZ, 1995a, tradução nossa)

A explicação final para a impossibilidade do moto perpétuo realizado pelo corpo humano é que, mesmo o corpo precisa de uma fonte de força, um combustível que é o alimento (plantas). Os nutrientes presentes no alimento, por sua vez, necessitam da luz solar para serem produzidos, ou seja, usam a força do sol (força da natureza) para seu desenvolvimento.

Se essa visão se provar correta, dela derivamos o resultado de que todas as forças, por meio das quais nosso corpo vive e se move, encontram suas fontes na mais pura luz do sol [...] (HELMHOLTZ, 1995a, tradução nossa)

Após explicar de forma breve, citando os estudos de Liebig, o consumo de nutrientes através das plantas e relacionar a produção destes a exposição ao Sol, Helmholtz, então, resume tudo a força do Sol.

Dados todos os exemplos de máquinas e transformações de forças, as relações com cosmologia, química e fisiologia, o autor conclui que a natureza possui

um estoque inesgotável de força que não pode ser consumido ou aumentado, mas que se conserva.

A quantidade total de todas as forças capazes de realizar trabalho, em todo o universo, permanece eterna e imutável ao longo de todas as suas mudanças. (HELMHOLTZ 1995b, tradução nossa)

A conservação das forças, então, refuta o moto perpétuo, tanto em processos inorgânicos, quanto orgânicos.

Nesse sentido, podemos entender que a proposta de Helmholtz pode ser concebida como uma visão reducionista. Essa visão, difundida por Descartes também teve forte influência na Biologia e seu triunfo aconteceu com o modelo fisiológico proposto por William Harvey. Ele aplicou o modelo reducionista para explicar o sistema circulatório e conseguiu, sem o uso de aparelhos, descrever todo o funcionamento desse sistema (CAPRA, 1986). Ambos os cientistas, Helmholtz e Harvey compartilham a mesma moldura filosófica que entende o corpo como uma máquina. Para Helmholtz, o corpo é uma máquina que usa energia para realizar movimento e para Harvey, mesmo os processos fisiológicos do corpo podem ser descritos pelo movimento (BRIGNDANT; LOVE, 2017).

No trecho em que Helmholtz aponta o Sol como fonte de todas as forças, podemos notar que ele resume todas as interações de forças a uma única. O reducionismo é a filosofia que se opõe ao holismo, ou seja, acredita que o mundo pode ser reduzido a fenômenos separados e simples, nesse caso a conservação. Para Helmholtz, a física poderia explicar todos os fenômenos do mundo, inclusive os fisiológicos. Nesse sentido o autor difere-se fortemente do paradigma holístico, no qual a visão de mundo é a da totalidade e os eventos são explicados por diversos meios e não apenas por um único.

Além de reducionista, podemos associar a visão de Helmholtz a uma visão essencialista, isto é, ele assume que os constructos científicos se referem a essências do mundo real e não são meros instrumentos para falar do mundo, como defende a doutrina oposta, o instrumentalismo (POPPER, 1963). Para um instrumentalista não existe força ou energia, tais conceitos são apenas instrumentos criados pelos humanos para falar da natureza. Helmholtz, por outro lado, fala das forças do mundo, inclusive mencionando uma força natural, como se fosse algo real e objetivamente existente. Sendo, por isso, um essencialista.

Conclusões

Nesse trabalho apresentamos uma breve análise de dois artigos de Hermann von Helmholtz, reconhecidos como estando associados à origem da Conservação de Energia. A partir da análise dos textos fomos capazes de identificar a moldura filosófica na qual Helmholtz estava inserido ao escrever sobre a conservação, bem como os experimentos e fenômenos que o autor descreve ao tratar do assunto. Primeiramente vimos que os experimentos e fenômenos estudados e apresentados para definir a conservação eram diversos, desde fenômenos mecânicos, elétricos, químicos e até fisiológicos.

Ademais, foi possível associar a visão do autor a concepções filosóficas específicas, que, de fato, faziam parte do contexto social do cientista. Como pano de fundo de todo o texto, identificamos a forte presença de uma visão mecanicista, uma vez que todos os exemplos citados eram reduzidos a máquinas, suas peças e o funcionamento das partes. Mesmo o corpo humano fora comparado a uma máquina, ou um aparato que usa energia para produzir movimento, mais de uma vez. Todos os exemplos recaíam a ideia de movimento e interações entre corpos materiais no espaço. Além disso, em dado trecho do texto o autor reduz todas as forças e interações a forças da natureza, ou força do Sol, mostrando estar ainda inserido em uma moldura reducionista.

Dito isso, podemos perceber como o reducionismo cartesiano, teve influência sobre todas as áreas do conhecimento. Apesar de hoje o conceito de energia ser considerado parte da Física, em sua gênese, ele fora associado à medicina, química e biologia de maneira igual. Helmholtz apresenta exemplos de todas essas áreas de conhecimento ao falar sobre um mesmo tema, deixando clara, ainda, sua visão essencialista.

Concluindo, ressaltamos que a abordagem didática contemporânea, que reduz a conservação de energia a exemplos mecânicos, acaba por suprimir seu caráter “interdisciplinar” e por apagar a moldura filosófica que viabilizou o desenvolvimento desse princípio. Entendemos que resgatar a discussão original de Helmholtz no ensino de física pode viabilizar uma discussão sobre o Princípio de Conservação de Energia de forma mais ampla, além de ensejar uma possível discussão sobre as relações entre Física e Filosofia.

Referências

BRIGNDANT, I.; LOVE, A. Reductionism in Biology. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2017 Edition)**, Palo Alto, 2017.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação: A Ciência, A Sociedade E A Cultura Emergente**. 25. ed. São Paulo: Cultrix, 1986.

DESCARTES, R. **Discurso do Método**. 1. ed. São Paulo: L&PM, 2013.

ELKANA, Y. **The Discovery of the Conservation of Energy**. 2a. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1975.

GOMES, L. C. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte II. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, 2015 a.

GOMES, L. C. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, p. 407–411, 2018 a.

HELMHOLTZ, H. von. On the Interaction of the Natural Forces. *In*: CAHAN, D. (org.). **Science and Culture Popular and Philosophical Essays**. Chicago: University of Chicago Press, 1995 a.

HELMHOLTZ, H. von. On the Conservation of Force. *In*: CAHAN, D. (org.).

Science and Culture Popular and Philosophical Essays. Chicago: University of Chicago Press, 1995 b.

KUHN, T. S. Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery. *In: The Essential Tension Selected Studies in Scientific Tradition and Change.* Chicago: University of Chicago Press, 1977. v. 18p. 223.

POPPER, K. **Conjeturas e Refutações:** Routledge and Kegan Paul, 1963.

SCHIEMANN, G. **Hermann von Helmholtz's Mechanism: the loss of certainty:** Springer Science, 2009.

O POSITIVISMO COMTIANO, A NÃO MODERNIDADE DE LATOUR E A CRISE DO PARADIGMA VIGENTE DE BOAVENTURA: O QUE A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA DEVE PRESERVAR DA MODERNIDADE E O QUE DEVE CRITICAR

COMTEAN POSITIVISM, LATOUR'S NOT MODERNITY AND THE CRISIS OF THE CURRENT PARADIGM OF BOAVENTURA: WHAT SCIENTIFIC EDUCATION SHOULD PRESERVE FROM MODERNITY AND WHAT IT SHOULD CRITICATE

Pedro Antônio Viana Vazata¹, Nathan Willig Lima², Fernanda Ostermann³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, profpedrovazata@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, nathan.lima@ufrgs.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, fernanda.ostermann@ufrgs.br

Resumo

A descrença da humanidade na modernidade devido as guerras do século XX e o advento do aquecimento global antropogênico, gerou como consequência o surgimento da pós modernidade. Autores sugerem que este fenômeno possivelmente tenha sido usado como base para o desenvolvimento do relativismo e da pós verdade. Analisando este cenário, Bruno Latour estabeleceu algumas características da modernidade que deveriam ser salvas. Neste trabalho, buscamos caracterizar a visão de modernidade de outros dois autores, Augusto Comte e Boaventura, a fim de ampliarmos a resposta encontrada por Latour. Sintetizamos a visão de modernidade destes autores e analisamos criticamente quais elementos da modernidade deveriam ser mantidos na Educação em Ciências e quais deveriam ser rejeitados. Concluimos que devemos manter: a mediação do laboratório dos modernos para obtenção de dados; o conhecimento científico especializado. Em contrapartida concluimos que devemos rejeitar: uma visão de Ciência neutra, absoluta e linear; a negação da existência dos híbridos; a visão de mundo-máquina.

Palavras-chave: educação científica; positivismo; Latour; Boaventura; modernidade.

Abstract

Humanity's disbelief in modernity due to the wars of the 20th century and the advent of anthropogenic global warming has led to the emergence of postmodernity. Authors suggest that this phenomenon may have been used as a basis for the development of relativism and the post-truth. Analyzing this scenario, Bruno Latour established some characteristics of modernity that should be saved. In this work, we seek to characterize the vision of modernity of two others authors, Augusto Comte and Boaventura, in order to expand the answer found by Latour. We synthesize these authors' vision of modernity and critically analyse which elements of modernity should be maintained in Science Education and which should be rejected. We conclude that we must maintain: the mediation of the modern laboratory to obtain

data; specialized scientific knowledge. In contrast, we conclude that we must reject: a neutral, absolute and linear vision science; the denial of the existence of hybrids; the machine-world vision.

Keywords: scientific education; positivism; Latour; Boaventura; modernity.

Introdução

A visão de Ciência absoluta e salvacionista reinou durante o final do século XIX e o início do século XX. O advento do positivismo de Augusto Comte (COMTE, 1978) alavancou a soberania científica, que passou a ser referência para a sociedade. Sendo a fonte do conhecimento verdadeiro, livre de credices, ideologias políticas e elementos sobrenaturais, portanto neutra. Os métodos de Bacon e Descartes garantiam a superioridade do conhecimento científico, fruto da observação e da experimentação, tendo o ser humano o papel de mero espectador e descobridor dos mistérios ainda não desvendados e devidamente explicados da natureza. Tal soberania do conhecimento científico começou a ser questionada, no entanto, com a deflagração das guerras mundiais na primeira metade do século XX e suas respectivas consequências geopolíticas: a Guerra fria e a corrida armamentista, na segunda metade do século (VIDEIRA, 2007).

No período pós guerra, a pesquisa em Educação em Ciências intensificou debates em torno da neutralidade científica e do salvacionismo tecnológico, com o advento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (AIKENHEAD, 1985; AULER; DELIZOICOV, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2002). No campo da epistemologia (BACHELARD, 1996; FEYERABEND, 2011; KUHN, 1996; LATOUR; WOOLGAR, 1997), da filosofia (CHALMERS, 1993; RUSSEL, 1959) e da história da Ciência (MATTHEWS, 1995), diversos autores colocaram em suspeição o método científico e o processo de indução, buscando identificar os limites do conhecimento científico e a natureza da Ciência, questionando seus pressupostos basilares, como a racionalidade e a linearidade. Ademais, os horrores causados pelas bombas atômicas, os problemas ambientais surgidos no período do antropoceno devido a expansão capitalista e seu extrativismo extremo, assim como a ineficiência do socialismo soviético em expurgar a desigualdade, desencadearam uma profunda descrença na modernidade (LATOUR, 1994). Este vácuo intelectual abriu espaço para o surgimento da pós-modernidade. Alguns autores sugerem que os fundamentos do pensamento pós-moderno foram utilizados como base do relativismo e da pós-verdade (LIMA et al., 2019; MCINTYRE, 2018) e seus consequentes movimentos anti-vacina, terraplana e negacionismo climático. Esse novo cenário levanta a questão se não há algo da modernidade que devemos preservar.

Segundo BAKHTIN (2017), um trabalho filosófico se difere de um trabalho científico por ser interpretativo e expor o excedente de visão dos autores, este processo é denominado pelo autor como heterocientífico. Neste sentido, nosso objetivo é propor uma reflexão filosófica a partir das proposições sobre a modernidade de três autores, na busca de identificar quais elementos da modernidade devem ser criticados e quais devem ser mantidos, no intuito de desenvolver uma educação científica mais potente no sentido de viabilizar transformações sociais positivas e sustentáveis. Este questionamento já foi levantado por Bruno Latour (LATOUR, 1994), desejamos, portanto, traçar um

paralelo com sua proposta e explorar outras visões sobre a modernidade, a fim de complementar sua resposta.

As diferentes modernidades

Nesta seção caracterizamos a modernidade segundo a perspectiva de três quadros teóricos: o positivismo Comtiano, a não modernidade de Bruno Latour e a crise do paradigma vigente de Boaventura.

Positivismo Comtiano

Auguste Comte (1798-1857) foi um filósofo francês responsável por formular a doutrina Positivista (filosofia positiva) e considerado por muitos o pai fundador da Sociologia. Comte viveu no período pós Revolução Francesa, que segundo ele, foi de suma importância, pois as antigas instituições tanto sociais como políticas, eram fundamentadas pela teologia. A revolução, no entanto, não havia se dado por completo devido a suas bases metafísicas. A fim de reorganizar a sociedade francesa pós guerra, Comte acreditava que as novas instituições deveriam estar sob o controle de uma nova elite científico-industrial positiva (CIVITA, 1978). Autor de diversos textos, o *Curso de Filosofia Positiva* (COMTE, 1978) é considerado sua principal obra, expondo as primeiras lições de sua filosofia e suas origens.

Segundo Comte (1978), os humanos e a própria humanidade passam por um desenvolvimento progressivo de sua inteligência, que se dão em três estados históricos: o estado teológico (fictício) como ponto de partida que avança para o processo de transição, o estado metafísico (abstrato), culminando por fim no estado científico (positivo). Sendo o estado positivo o “verdadeiro estado definitivo da inteligência humana” (Comte, 1978, p. 6).

De acordo com o autor a revolução científica (positiva) ocorreu de forma lenta, gradual e progressiva, podendo ser remontada desde Aristóteles e da introdução das Ciências naturais na Europa ocidental pelos árabes. A fim de localizar historicamente quando esta revolução de fato se concebeu, Comte (1978) considera que as ideias do pensamento positivo se desprenderam de forma concisa de pensamentos teológicos e metafísicos pela “[...] ação combinada dos preceitos de Bacon, das concepções de Descartes e das descobertas de Galileu [...]” (Comte, 1978, p. 8). Segundo o autor, este período histórico marca a ascendência da filosofia positiva e a decadência das filosofias teológica e metafísica.

Segundo Comte, os métodos teológicos e metafísicos já não eram mais utilizados para compreender fenômenos astronômicos, físicos, químicos e fisiológicos, mas ainda eram necessários para o estudo dos fenômenos sociais¹. A incorporação dos fenômenos sociais na filosofia positiva caracterizaria a completude do sistema filosófico dos modernos. Todos os fenômenos observáveis estariam dentro de uma das cinco categorias. A física social somada as outras quatro Ciências compõem o sistema das Ciências naturais. Para Comte (1978), quando homogêneas todas as concepções fundamentais, a filosofia entraria em definitivo no estado positivo. Jamais mudaria sua fundamentação e somente se desenvolveria através de observações e meditações, tornando-se universal. Comte destaca, no entanto, que a junção das Ciências é complexa e possivelmente

¹ Comte entendia os fenômenos sociais como uma subdivisão dos fisiológicos, mas devido a sua complexidade e importância, mereciam uma categoria distinta.

inatingível. Logo, a unidade da filosofia positiva era o método, a unidade dos fenômenos naturais seria uma espécie de utopia da modernidade.

A obra de Augusto Comte influenciou profundamente o mundo ocidental, devendo ser reconhecido por sua vasta produção cultural. No entanto, sua visão de mundo imputa à Ciência poder absoluto, ao colocá-la não somente acima de qualquer outra forma de conhecimento, mas também por caracterizá-lo como estágio final do conhecimento humano. O positivismo comtiano entende a Ciência como neutra, absoluta e linear. Nenhuma destas descrições sobre a Ciência moderna deve ser mantida no ensino de Ciências.

A não modernidade de Bruno Latour

Bruno Latour (1947 -) é um epistemólogo, antropólogo e filósofo da Ciência que se dedicou a estudar a Ciência em ação a partir de estudos antropológicos em laboratórios (LATOURE; WOOLGAR, 1997), desenvolvendo o chamado Estudos das Ciências. Em uma de suas obras mais famosas *Jamais fomos Modernos* (LATOURE, 1994), o autor busca caracterizar a modernidade através de momentos históricos e fundamentos filosóficos que foram base deste movimento.

Segundo Latour, a característica fundamental da modernidade é a separação ontológica entre natureza e sociedade. Os modernos dedicaram-se a separá-las por meio de dois processos: a mediação (tradução) e a purificação. A mediação é o processo responsável pela criação dos híbridos, o cientista (sociedade) faz a tradução dos dados (natureza) obtidos através dos aparatos experimentais, ou seja, o cientista fala em nome do experimento que não tem capacidade de se comunicar com a sociedade. Finalizada a mediação, inicia-se o processo de purificação, na qual os modernos eliminam a dimensão social criada durante a tradução, permanecendo portanto, somente o que há de natural nos dados (LATOURE, 1994; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2018). Latour demonstra que o processo de purificação, no entanto, não ocorre, não há como eliminar a dimensão social do laboratório, os dados não podem ser obtidos e interpretados sem o intermédio do cientista. O advento da modernidade proliferou a quantidade de híbridos no mundo. Um híbrido é um quase-objeto, como os buracos na camada de ozônio: são resultado de interações entre moléculas de ozônio e gases antropogênicos, ao mesmo tempo foram traduzidos por intermédio dos cientistas, assim como é resultado da interação entre diversos humanos: cientistas, políticos, jornalistas, professores; e não humanos: livros, jornais e artigos científicos (LATOURE, 1994; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2018). Os buracos na camada de ozônio são, portanto, híbridos: são naturais, sociais e produto do discurso.

Latour ilustra o desenvolvimento dos modernos a partir do debate entre Hobbes e Boyle sobre a bomba de vácuo. Hobbes tem seu nome associado comumente a pensadores do mundo político/social, enquanto Boyle figura entre os cientistas. Shapin & Schaffer (1985) trazem à luz teorias políticas de Boyle e trabalhos científicos de Hobbes, ilustrando que ao mesmo tempo em que debatiam sobre a existência do vácuo, discutiam sobre a melhor forma de organização social/política na época. Boyle recorre ao empirismo e a criação artificial do vácuo no laboratório, à mostra para interpretação; Hobbes deseja expurgar as entidades transcendentais (como o vácuo) e não deseja que pessoas independentes possam obter suas próprias conclusões. Boyle fez uso de um preceito jurídico que garantia veracidade a um acontecimento observado por duas testemunhas confiáveis. Hobbes desejava que todo conhecimento científico fosse provido da argumentação

matemática unificada, sendo que o próprio Leviatã havia sido construído com base nesta lógica. Latour (1994) demonstra como o embate entre os dois deu início a assimetria moderna: Boyle e os cientistas passaram a representar os não humanos; Hobbes e os políticos, os humanos. A sociedade é representada por Hobbes, os demais políticos e o Leviatã, enquanto a natureza é representada por Boyle, os cientistas e o laboratório. Ambos venceram a disputa, em diferentes campos, dando início ao distanciamento sujeito/objeto.

Segundo Latour, Hobbes e Boyle causaram apenas a distinção entre natureza e sociedade, foi Kant que propiciou sua ruptura. Kant afirmava que as coisas-em-si são inacessíveis e independentes do sujeito transcendental. Os sujeitos só tem acesso as coisas por meio dos fenômenos, ponto intermediário entre os polos (LIMA et al., 2019). A dialética Hegeliana pensou ter superado os problemas da filosofia kantiana, assim como a fenomenologia, no entanto ambas só aumentaram o distanciamento entre os polos. De acordo com Latour, todos estes pensadores, mesmo equivocados por distanciarem progressivamente os polos, o faziam no campo teórico; na prática faziam o movimento contrário, ao passo que aumentavam o número de híbridos, mas aumentavam também o número de mediadores, anulando os efeitos da separação ontológica. Os pós-modernos, contudo, abandonaram a prática da hibridização e focaram todos seus esforços na purificação, rompendo de vez o elo entre os sujeitos e os objetos. Na lógica pós-moderna, não há mais mediadores, os sujeitos interpretam-se a si mesmos. Para LATOUR (1994), a pós-modernidade é na verdade o fim da era dos modernos, pois o distanciamento entre natureza e sociedade chegou em seu limite, visto que a ligação foi rompida.

Segundo Latour, como jamais conseguimos purificar os dados obtidos em laboratórios jamais fomos modernos, porém acreditamos que fomos. A modernidade se constitui na invisibilização do processo de mediação e consequentemente na negação da existência dos híbridos. Segundo o autor, a ideia de revolução científica é somente um artifício dos modernos para explicar o surgimento dos quase-objetos sem ter a necessidade de revelar o processo de tradução, alterando a real história da Ciência por trás dos avanços científicos (LATOUR, 1994). Latour não se enquadra, portanto, nem no grupo dos modernos, nem dos pós-modernos. Autointitula-se um não-moderno, pois não deseja renunciar aos avanços dos modernos, entretanto não nega a existência dos híbridos.

A visão de Ciência latouriana reforça as potencialidades da Ciência, ao mesmo tempo em que aponta suas inconsistências ontológicas. A partir dos escritos de Latour, apontamos que o ensino de Ciências deve explicitar a mediação do laboratório dos modernos. Em contrapartida, entendemos que o ensino científico rejeite a negação da existência dos híbridos e a separação ontológica entre natureza e sociedade.

A crise do paradigma vigente de Boaventura

Boaventura de Souza Santos (1940 -) iniciou sua trajetória acadêmica no Direito, mas ao longo de sua carreira produziu trabalhos sociológicos e epistemológicos. Boaventura se dedicou ao longo de sua vida a explorar conhecimentos fora do espectro da Ciência moderna. Em uma de suas obras *Um discurso sobre as ciências* (DE SOUZA SANTOS, 2008) o autor busca sintetizar sua visão sobre a Ciência moderna e a crise em que esta se encontra.

Segundo DE SOUZA SANTOS (2008), a Ciência praticada na contemporaneidade nasceu na revolução científica do século XVI, tendo como base as Ciências naturais. Sua racionalidade foi somente estendida às Ciências sociais nos séculos XVIII e XIX. De acordo com o autor, os preâmbulos da Ciência moderna se iniciaram com o Heliocentrismo de Copérnico, as leis de Kepler sobre os planetas, as leis de Galileu sobre a queda dos corpos e o grande conjunto de leis elaborados por Newton, que sintetizou todas as leis anteriores. Todos estes conhecimentos foram chancelados pelas filosofias de Bacon e Descartes.

Boaventura elenca uma série de características do conhecimento científico, assim como algumas incoerências internas. O autor afirma que o primeiro ponto de ruptura entre a Ciência e as formas anteriores de obtenção de conhecimento é seu modelo totalitário, pois nega racionalidade a qualquer conhecimento que não passe pelo crivo do método científico. Além disso, Boaventura ressalta a impossibilidade da observação² ser a primeira etapa do método científico, devido a necessidade de uma teoria prévia. Segundo o autor, esta lacuna seria preenchida com as ideias matemáticas, tornando-a, portanto, o pilar da Ciência moderna. Em decorrência do papel preponderante da matemática na Ciência, a quantificação, a medição e a simplificação acabam por apresentar papel central em todo o processo. Ademais, o autor menciona diversas outras características do pensamento científico, como: a capacidade de prever o futuro sabendo-se as condições iniciais; pressupostos filosóficos estabelecidos por Newton como tempo e espaço absolutos; sua preocupação com o funcionamento dos fenômenos e sua omissão frente a causa e as consequências destes fenômenos. DE SOUZA SANTOS (2008) denomina este último item mencionado como *expulsão da intenção*. Segundo o autor, seria este o fator que causou a ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento de senso comum. Este processo causou também a ruptura entre natureza e ser humano. O conhecimento científico é o conhecimento da natureza, o conhecimento de senso comum do ser humano.

Além disso, segundo Boaventura, o poder de previsibilidade da mecânica Newtoniana inferiu a Ciência o poder de transformação do real. O mundo passa a ser, portanto, uma espécie de máquina, na qual sabendo-se as leis que regem seu funcionamento posso manipulá-la. Como indica o autor “Esta ideia do mundo-máquina é de tal modo poderosa que se vai transformar na grande hipótese universal da época moderna, o mecanicismo.” (DE SOUZA SANTOS, 2008, p. 31). De acordo com o autor, esta visão de mundo mesclou-se com a ascensão da burguesia, moldando a ideia do que é *progresso* no mundo moderno. O modelo mecanicista seria transplantando nos séculos posteriores para o estudo da evolução da sociedade nos trabalhos de Augusto Comte (positivismo), Spencer (sociedade industrial) e Durkheim (solidariedade orgânica). Se os cientistas naturais descobriram as leis que regem a natureza, os cientistas sociais deveriam descobrir as leis que regem a humanidade. O autor evidencia que a ineficiência do modelo mecanicista para explicar a humanidade foi logo exposta e modificações nas Ciências sociais foram executadas sem, no entanto, modificar o caráter racionalista herdado das Ciências naturais. A distinção que outrora se fazia presente entre natureza e ser humano foi, portanto, expandida com o advento das Ciências sociais,

² Boaventura faz esta ressalva em relação ao método científico de Bacon, segundo o qual o conhecimento científico passa por três etapas: observação, indução e dedução. O problema da observação foi demonstrado por (RUSSEL, 1959) e (CHALMERS, 1993).

tomando outras formas: como a distinção natureza/cultura e humano/animal. Tais distinções culminaram no entendimento de que os seres humanos detêm um caráter único não compartilhado com a natureza.

Para Boaventura, o paradigma³ vigente entrou em uma crise profunda e irreversível no começo do século XX: primeiramente pela subjetividade do ser humano, que ficou evidenciada nos primeiros trabalhos sociológicos, expondo as limitações da universalização do pensamento mecanicista; em segundo lugar pelos trabalhos de Einstein e pelo desenvolvimento da Mecânica Quântica (MQ), colocando em suspeição as bases da Ciência moderna. Einstein rompeu com a ideia de espaço/tempo absoluto e o caráter local da medição; enquanto a MQ, com Heisenberg e Bohr, introduziu o problema do observador não neutro, que interfere nos resultados ao realizar medições e/ou observações. Tais concepções, segundo o autor, romperam não somente com o absolutismo científico (relatividade de Einstein), como com a distinção entre sujeito e objeto (MQ). De acordo com Boaventura, tanto a relatividade quanto a MQ deram início a uma nova revolução científica, que fará emergir um novo paradigma.

Destaca-se na obra de Boaventura a inviabilidade do reducionismo mecanicista para explicar a totalidade do mundo, ou seja, a impossibilidade de solucionar todos os problemas a partir de critérios tecno-científicos. A partir desta visão, compreendemos a necessidade de desenvolver uma Educação em Ciências crítica em relação a visão de mundo-máquina sem, no entanto, renunciarmos ao papel fundamental do conhecimento científico especializado, fruto da modernidade, para a sociedade.

Conclusão

Neste trabalho sintetizamos a visão de três pensadores a respeito da modernidade e da Ciência moderna. Comte vê na modernidade o estágio final da inteligência humana, enquanto Latour afirma que a modernidade sequer existiu, por sua vez Boaventura acredita que a modernidade está em crise e estamos em meio a uma nova revolução científica, na véspera de novos tempos para humanidade.

A partir da visão de modernidade dos autores analisados, concluímos que devem ser mantidos na Educação em Ciências: a mediação do laboratório dos modernos para obtenção de dados; o reconhecimento da importância do conhecimento científico especializado para a sociedade. Em contrapartida concluímos que devem ser criticados na educação científica: uma visão de Ciência neutra, absoluta e linear; a negação da existência dos híbridos; a visão de mundo-máquina. Nosso trabalho conversa com a literatura da área que aponta para a necessidade de inserção de elementos de epistemologia, filosofia e história da Ciência na educação científica básica e superior, no intuito de contemplar a totalidade, a complexidade e as limitações da Ciência. Em estudos posteriores pretendemos expandir o estudo sobre as diferentes modernidades e seu papel na Educação em Ciências.

³ O autor utiliza o termo paradigma vigente, baseado nos trabalhos de (KUHN, 1996), ao mencionar a posição privilegiada ocupada pela racionalidade da Ciência moderna frente a outras formas de conhecimento.

Referências

- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science Education**, v. 64, 1985.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 03, n. 1, p. 1–17, 2001.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. **Notas sobre literatura, cultura e ciências humanas**. São Paulo: Editora 34, 2017.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** : Editora Brasiliense, 1993.
- CIVITA, V. (Ed. . **Os pensadores: Augusto Comte**. 1 ed. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- COMTE, A. Curso de filosofia Positiva. In: **Coleção Os Pensadores**. 1 ed. São Paulo: Abril Cultural, 1978. p. 1–39.
- DE SOUZA SANTOS, B. **Um discurso sobre as ciências**. 5 ed. São Paulo: Editora Cortez, 2008.
- FEYERABEND, P. **Contra o método**. 2 ed. : Unesp, 2011.
- KUHN, T. **The structure of Scientific Revolutions**. 3 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.
- LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LIMA, N. W. et al. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. May, p. 155–189, 2019.
- LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 35, p. 367–388, 2018.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.
- MCINTYRE, L. **Post-truth**. Cambridge: MIT Press, 2018.
- RUSSEL, B. **Os problemas da filosofia**. : Oxford University Press, 1959.
- SANTOS, W. L. P. Dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2002, p. 110–132, 2002.
- SHAPIN, S.; SCHAFFER, S. **Leviathan and the air-pump**. Princeton: Princeton University Press, 1985.
- VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e história da ciência. **Escritos**, v. 1, p. 111–158, 2007.

HISTÓRIA E NATUREZA DA CIÊNCIA EM TEMPOS DE PÓS-MODERNIDADE

HISTORY AND NATURE OF SCIENCE IN TIMES OF POSTMODERNISM

Jasmim Andrade Ezequiel¹, Luciene Fernanda da Silva²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (campus Nilópolis),
jasmimandrade@hotmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (campus Nilópolis),
luciene.silva@ifrj.edu.br

Resumo

O acesso às notícias tem sido cada vez mais facilitado devido ao uso da *internet*. De modo geral, essa acessibilidade tem muitos aspectos positivos, porém, pode ser perigosa, visto que muitos conteúdos sem credibilidade podem ser divulgados rapidamente. O questionamento feito nesse artigo busca compreender a relação entre a criação de *fake news* nas Ciências e a escassez de temas associados à História e Natureza da Ciência nas escolas e no cotidiano. Para entender como se dá essa relação, um questionário foi respondido por quarenta estudantes do ensino médio a fim de que eles justificassem “qual a forma da Terra?”, “o motivo de existirem as quatro estações do ano?” e “por que ocorre um eclipse lunar?”, além de alguns dados sobre acesso e obtenção de informações. Nossos resultados apontam que esses estudantes não mostraram senso crítico ao construir suas justificativas devido a estarem tão afastados de informações científicas confiáveis. O ensino de Ciências nas escolas está servindo para criar cidadãos conscientes do sistema em que vivem? A quem serve o conhecimento científico e para quê? Esta pesquisa nos permitiu esses e outros questionamentos que ajudarão a fomentar trabalhos futuros a respeito dessa temática, que tem se tornado cada vez mais necessária nesses tempos sombrios.

Palavras-chave: *Fake News*, Pós-verdade, História da Ciência, Terra Plana

Abstract

Access to news have been increasingly facilitated due to internet usage. This accessibility has many positive aspects, however, it can be dangerous as well since many uncredited content can be rapidly disseminated. The line of questioning presented in this article aims to understand the relationship between the creation of fake news and the absence of associated themes in schools as well as everyday life. To understand how this takes place, forty high school students were asked to answer a questionnaire in which they justify questions such as "what is the Earth's shape", "why are there four seasons?" and "why does the lunar eclipse occur?", in addition to some data. Our results indicate that these students did not show critical thinking when constructing their justifications due to a disconnect from reliable scientific information. Is school Science classes creating citizens aware of the system in which they live? Whom is scientific knowledge for and what for? This research studies

these and other questions that will help to promote future works on this theme, which has become increasingly necessary in these dark times.

Keywords: Fake News, Post-truth, History of Science, Flat Earth.

Introdução

As mídias sociais estão presentes na vida das pessoas de forma tão natural que seu desuso, cotidianamente, se tornou improvável. De acordo com pesquisa divulgada no jornal Estadão, 79,9% dos brasileiros possuem acesso à internet¹. Devido à facilidade de acesso, tal meio de comunicação pode se tornar a principal fonte de pesquisa, e é possível que a maioria desses brasileiros não se preocupe em conferir se as centenas de informações acessadas são de fontes confiáveis ou se possuem alguma base científica. De acordo com Paula, Silva e Blanco (2015), na sociedade contemporânea (ou "sociedade pós-moderna"), por encontrar-se globalizada e interconectada pela internet, as informações possuem alcance mundial quase instantâneo. Os autores apontam também que os conteúdos são consumidos de maneira aleatória sem muito questionamento crítico.

No contexto de uma sociedade pós-moderna, o processo de disseminação desenfreada de "pós-verdades"² se torna rotineiro, pois qualquer informação acessada pode satisfazer o interesse de quem pesquisa. Esse fenômeno tem se tornado cada vez mais comum nos meios de comunicação, onde são divulgadas informações políticas, históricas e científicas descontextualizadas, mal fundamentadas em fatos ou, até mesmo, falsas. É o caso, por exemplo, da crença de que a Terra é plana - objeto de trabalho dessa pesquisa.

Será que todas as pessoas que têm acesso às informações divulgadas na *internet* possuem clareza para identificar os desacordos compartilhados? Será que todos pesquisam diferentes fontes de notícia, livros ou artigos científicos para verificar o que estão consumindo? Independente das formas como essas informações são recebidas, é importante que todos tenham um senso questionador para que qualquer dado recebido não se torne uma verdade absoluta. No contexto das Ciências, "a compreensão da natureza da ciência é considerada um dos preceitos fundamentais para a formação de alunos e professores mais críticos e integrados com o mundo e a realidade em que vivem" (MOURA, 2014, p. 32).

Visto isso, na intenção de entender e analisar como reduzir os efeitos que a pós-verdade pode causar na divulgação de notícias e conhecimentos científicos, o intuito do trabalho é buscar a possível relação entre a falta de contextualização histórica e de Natureza da Ciência na educação básica e a disseminação de *fake news*³ na área.

¹ AMORIM, D.; NEDER, V. IBGE: 35,7% dos brasileiros vivem sem esgoto, mas 79,9% da população já tem acesso à internet. **ESTADÃO**, 06 nov 2019. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,ibge-35-7-dos-brasileiros-vive-sem-esgoto-mas-79-9-da-populacao-ja-tem-acesso-a-internet,70003077941>>. Acesso em: 20 abr 2020.

² De acordo com o dicionário de Cambridge (2020), pós-verdade é um adjetivo relacionado à situação em que pessoas preferem aceitar argumentos baseados em suas emoções e crenças em vez de argumentos baseados em fatos.

³ Traduzido da língua inglesa como notícias falsas.

Janelas abertas para as *fake news*

É rotineira a especulação acerca de qualquer tema, e quando se trata de Ciências, as pessoas nem sempre têm as informações necessárias, podendo assim, dar credibilidade a qualquer informação recebida. Soares *et al.* (2018), em uma pesquisa entre alunos do ensino médio de duas escolas estaduais de Uberlândia-MG, constataram que "apesar de 90 % dos estudantes terem considerado que uma notícia pode ser falsa, apenas 22 % deles informaram que sempre buscam por fontes no caso de compartilhar a notícia" (p. 10). A maioria dos alunos que participaram da pesquisa tende a verificar só o site que traz a matéria, atribuindo confiabilidade de acordo com a popularidade do site. Em relação às notícias que chegam a eles pelas redes sociais, 66,7 % indicam ler a matéria. Assim, notícias não confiáveis correm risco de serem propagadas e terem alcances inimagináveis.

Somado a isso, a desvalorização de fatos históricos e científicos em prol de interesses pessoais é cada vez mais nítida, assunto amplamente discutido nas Ciências Políticas há um tempo. Esse fenômeno da pós-modernidade também coloca em xeque as Ciências Naturais. Moraes (2014) discorre em seu artigo que

A rigor, embora propondo voltar-se para o presente e para o futuro, o discurso pós-moderno mantém seu horizonte fixado por este passado. Assim, coloca sob suspeita a confiança iluminista em uma razão capaz de elaborar normas, construir sistemas de pensamento e de ação e da habilidade racional de planejar de forma duradoura a ordem social e política (2014, p. 46).

O autor define, ainda, que o discurso pós-moderno se trata de um conceito "guarda-chuva" pois dá, ao sujeito a capacidade de falar sobre qualquer assunto e debater qualquer argumento, seja científico ou não, com base em suas crenças. Assim, pois o sujeito pós-moderno, em seu discurso:

Questiona o sentido de uma racionalidade que se proclama fonte do progresso, do saber e da sociedade, racionalidade vista como *locus* privilegiado da verdade e do conhecimento objetivo e sistemático. Critica a representação e a idéia de que a teoria espelha a realidade, bem como a linguagem como meio transparente para idéias claras e distintas. (...) Crítica pertinente, como se vê, mas de inegável caráter idealista: o complexo de forças históricas que determinam o desenvolvimento social é omitido e na balança só figuram idéias difusas da ilustração (MORAES, 2014, p. 47).

É importante destacar como a pós-verdade entra em cena nas Ciências da Natureza, por exemplo, com a crença da Terra Plana, que já foi contestada há séculos, e ainda assim, tomam cada vez mais força, devido às divulgações nas redes sociais, ganhando adesão principalmente do público leigo. Em 2019, uma pesquisa da Datafolha indicou que 7 % dos brasileiros (cerca de 11 milhões de pessoas) consideram a Terra plana⁴.

Silveira (2017) descreve como pode ter sido o surgimento do terraplanismo e a forma que se põe como o resgate de uma visão socioreligiosa, na qual se cria um ordenamento social a partir de uma determinada cultura:

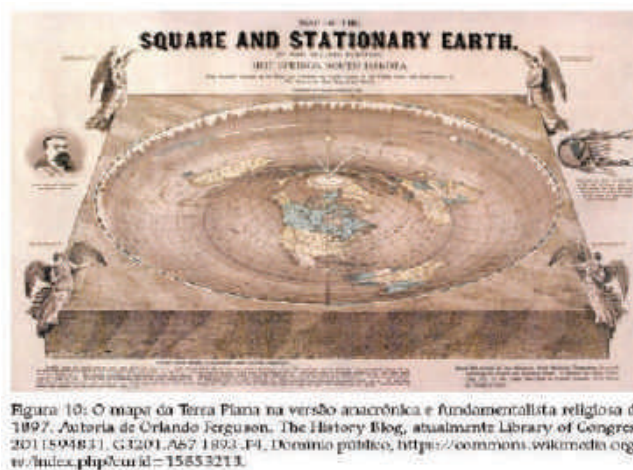
A ressurreição - já no século XIX – da anacrônica concepção da Terra Plana, concepção esta que vigia em épocas remotas nas sociedades pré-científicas (na China ela vigorou até o século XVII), é devida a Samuel

⁴ GARCIA, R. 7 % dos brasileiros afirmam que Terra é plana, mostra pesquisa. **FOLHA DE SÃO PAULO**, 14 jul 2019. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirmam-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.shtml> />. Acesso em: 30 abr 2020.

Rowbotham (1816-1885). Em seu livro de 1865, escrito sob o pseudônimo de Parallax, intitulado "*Astronomia Zetética: A Terra não é um Globo!*", ele desenvolve a concepção da Terra Plana, apresentando pretensos resultados experimentais que a comprovam. O vínculo dessas ideias com um tipo de fundamentalismo religioso cristão está evidente na Fig. 10, uma representação de 1897 do terraplanista Orlando Ferguson. Na parte inferior da figura há um texto cujo título é "Escrituras condenam a teoria do globo", seguida de diversas citações bíblicas (SILVEIRA, 2017, p. 8).

A seguir, encontra-se a figura 1, citada por Silveira (2010) acima:

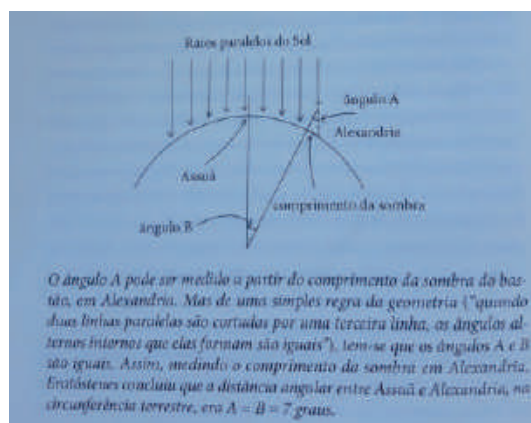
Figura 1: Imagem da Terra Plana.



Fonte: Silveira (2010).

A primeira ideia consolidada sobre características físicas da terra foi denotada por Eratóstenes (275- 194 a.C.) quando, a partir de uma simples experiência e alguns conhecimentos de geometria, foi exordial ao deduzir com precisão a circunferência da terra. Segundo Sagan (2017), Eratóstenes analisou a sombra de um bastão num solstício de verão (dia mais longo do ano) e percebeu que ela diminuía, até que, ao meio dia não havia mais sombra. Tempos depois, ele colocou um outro bastão em uma cidade a 800 quilômetros de distância e no solstício do ano seguinte, ao meio dia, na primeira cidade não havia sombra, mas na segunda, sim (ver figura 2). Eratóstenes mediu a angulação da sombra do segundo bastão e com alguns cálculos inferiu, assim, a medida da circunferência terrestre.

Figura 2: Esquematização proposta por Eratóstenes.



Fonte: SAGAN (2017).

Esse não foi o único estudo histórico acerca do tema, mas o experimento de Eratóstenes é uma forma simples e direta de demonstrar a forma da Terra. Por que, então, existem tantas discussões negacionistas? Será que os conceitos básicos sobre características básicas do planeta em que vivemos são abordados na escola?

Metodologia

Com o intuito de analisar a base que alguns alunos do ensino médio possuem acerca de temas que envolve a forma do planeta, a pesquisa foi realizada em uma escola estadual de Nilópolis-RJ, com quarenta alunos de duas diferentes turmas da segunda série do ensino médio que responderam a um questionário. No Quadro 1 encontra-se o questionário que foi apresentado ao grupo.

QUADRO 1 - Questionário utilizado na pesquisa.

<p>QUESTIONÁRIO</p> <p>Bloco 1: Responda as seguintes questões de acordo com os conhecimentos e experiências adquiridos até hoje.</p> <p>1- Qual sua opinião sobre a forma da terra? Justifique sua resposta. 2- Por que temos quatro estações do ano? 3- De acordo com seus conhecimentos, como ocorrem os eclipses?</p> <p>Bloco 2: Responda o que se pede em relação ao seu contato com divulgação científica.</p> <p>1- Qual(is) tipo(s) de obra(s) de divulgação científica você utiliza para obter informações e sanar suas dúvidas sobre ciências? <input type="checkbox"/> Livros; <input type="checkbox"/> Revistas; <input type="checkbox"/> Vídeos; <input type="checkbox"/> blogs; <input type="checkbox"/> Redes Sociais; <input type="checkbox"/> Outros. _____</p> <p>2- Com qual frequência tem contato com essas obras? <input type="checkbox"/> Pesquiso quando tenho dúvida; <input type="checkbox"/> Leio apenas informações que vejo nas redes sociais; <input type="checkbox"/> Nunca leio sobre.</p> <p>3- Você recorda algum exemplo de aprendizado adquirido a partir de obras de divulgação científica? Se sim, cite o exemplo e o tipo de obra que adquiriu a informação.</p> <p>4- O que lhe faz confiar que o conteúdo dessas obras sejam verdadeiras?</p> <p>Bloco 3: Responda as perguntas de acordo com o que você conhece sobre história e natureza da ciência.</p> <p>1- Em sua percepção, o que diferencia o conhecimento científico de qualquer outro tipo de conhecimento?</p> <p>2- O que você conhece sobre história da ciência? Cite alguns exemplos</p> <p>3- caso você tenha conhecimentos sobre história da ciência, qual(is) desse(s) meio(s) você utilizou como fonte de pesquisa? <input type="checkbox"/> Livros; <input type="checkbox"/> Livro didático; <input type="checkbox"/> Aulas na escola; <input type="checkbox"/> Programas de TV; <input type="checkbox"/> Visitas em museus; <input type="checkbox"/> Conversando com professores ou amigos; <input type="checkbox"/> Outros: _____</p>
--

Fonte: as autoras.

O questionário foi dividido em três blocos de perguntas abertas e fechadas. O primeiro bloco visava avaliar a justificativa dos estudantes para três temas que costumam estar nas redes de notícias. O segundo bloco teve o objetivo de analisar

os meios que esses alunos utilizam para obter informações e o terceiro bloco investigou o contato que tiveram com discussões da História e Natureza da Ciência.

A primeira autora do trabalho realizou o estágio obrigatório do curso de licenciatura em física em uma das turmas dessa escola, portanto os alunos já a conheciam. O questionário foi aplicado por ela nessas turmas após a apresentação dos objetivos da pesquisa e o esclarecimento de que os dados não seriam utilizados como avaliação dos alunos ou da escola. As questões foram lidas em voz alta e a pesquisadora pediu para que todos as respondessem a partir de seus próprios conhecimentos, sem consulta à internet ou aos colegas

Para a análise de dados, as respostas de todos os questionários foram tabelados em planilhas. Com essa organização, procedeu-se à análise em profundidade, tanto das respostas dadas em cada uma das perguntas quanto no cruzamento de respostas dadas em diferentes perguntas pelo mesmo aluno. A pesquisa completa poderá ser acessada na monografia de conclusão de curso defendida pela primeira autora do trabalho. Apresentamos, neste artigo, os principais resultados e pontos de discussão.

Discussão de resultados

É essencial conhecer aspectos que englobam o planeta em que vivemos, como suas características físicas, a formação do ambiente que nos cerca - entre outros - para que possamos estar situados sobre nossa realidade. A evolução do conhecimento científico precisa estar ao acesso de toda a sociedade. Assim, o primeiro bloco de perguntas foi referente temas desse tipo. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular, uma competência específica do ensino médio é compreender aspectos da natureza que nos cerca:

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis (BRASIL, 2017, p. 541).

A primeira pergunta deste bloco tinha o intuito de examinar o conhecimento desse grupo de alunos sobre a forma da Terra. Quatro alunos acreditam que a Terra seja plana, baseando suas justificativas no que podem ver diretamente. Um aluno respondeu que não pensa sobre o assunto, enquanto o restante (35 alunos) respondeu que é redonda. Nesse último grupo, alguns responderam que viram imagens da Terra redonda na *internet* ou que ouviram sobre isso de seus professores ou de pessoas especializadas. Nenhum deles de fato apresentou argumentos que justifiquem a Terra ser redonda. Como já exposto, isso foi demonstrado por Eratóstenes de maneira acessível, porém nenhum aluno justificou sua resposta utilizando tal experimento ou qualquer outro argumento científico. Isso reflete desconhecimento de fatos relacionados à História e Natureza da Ciência.

Com relação à segunda pergunta do primeiro bloco, associada às estações do ano, somente dois alunos justificaram que elas ocorrem devido a inclinação do eixo da Terra. Sete não sabiam ou não responderam e 31 justificaram que elas precisam existir para a sobrevivência do planeta, que são apenas “mistérios da natureza” ou que são assim porque “Deus quis”. Isso demonstra, além da falência de um senso questionador em relação ao meio que os cercam, um desentendimento a respeito de relações de causas e efeitos. A questão da pesquisa se concentrava no “porquê” da existência e não na necessidade das estações para o planeta.

Em relação à terceira pergunta, sobre os eclipses, todos os alunos que a responderam demonstraram saber de forma ampla o que era um eclipse e como ocorria, mesmo que não conseguissem diferenciar o solar do lunar nas respostas analisadas (por exemplo, “É quando a Lua passa na frente do Sol” ou “quando o Sol fica atrás da Lua ou o contrário” ou “quando a Terra fica alinhada com o Sol”). Como os eclipses tendem a ser assuntos costumeiros na *Internet* e TV (fontes que são amplamente utilizadas pelos estudantes, de acordo com a pesquisa) eles tiveram mais facilidade em recordar uma explicação geral sobre o fenômeno. É nítido como um assunto periodicamente recordado nessas redes de comunicação é, de certa forma, compreendido pelos estudantes, já que existem diferentes fontes que explicam, ludicamente, como ocorre um eclipse e essa exposição sempre vem à tona quando o fenômeno astronômico ocorre.

Quanto às perguntas Bloco 2, 26 estudantes responderam utilizar vídeos na *internet* e/ou as redes sociais como fontes de pesquisa. Quase todos os alunos (36) disseram que pesquisam sobre um tema quando têm dúvidas. Entre os temas científicos que recordam, um citou a ida do homem à Lua, outro disse ter aprendido sobre fotossíntese, entre outros que relataram ter aprendido algo sobre outros planetas. Quanto à confiança em relação a veracidade das informações buscadas, 31 estudantes disseram que pesquisam diferentes fontes de notícias, enquanto 8 não responderam ou disseram que confiavam em nada. A tendência em buscar conhecimento quando se tem dúvidas mostra que os alunos não as tiveram ou não consideraram importante pesquisar sobre temas científicos (vide respostas do Bloco 1). O desconhecimento os torna possíveis iscas de divulgadores de *fake news*.

No que se refere à primeira pergunta do Bloco 3, na qual buscávamos captar o que os estudantes entendiam como conhecimento científico, 25 alunos enxergam esse conhecimento de forma autoritária e absoluta. Nesse grupo, obtivemos respostas que reconheciam o conhecimento científico como aquele “baseado em comprovações”; ou “que parte de pessoas capacitadas”; ou, ainda, “elaborados a partir de testes e provas” entre outras semelhantes que mostram uma visão ainda limitada de ciência. Um aluno respondeu que “só acredito em Deus” e os outros 14 disseram que não sabiam ou deixaram a resposta em branco.

A segunda pergunta desse bloco buscava informações sobre o que conheciam sobre História da Ciência (HC). A maioria (34) não respondeu ou disse que não sabia. Os seis estudantes que disseram lembrar de assuntos relacionados à HC citaram como exemplo “Darwin”, “fotossíntese”, “corpo Humano e os astros”, “Newton” e “Revolução Industrial”. É importante salientar que a partir de tais respostas não é possível concluir se esses alunos se referem aos conteúdos científicos relacionados aos temas ou, de fato, à história associada à construção do conhecimento científico relacionado ao que escreveram. Ainda assim, essas respostas tornam nítida a escassez no acesso a conteúdos da HC. Porém, ao analisar a terceira pergunta do mesmo bloco, que busca dados referentes às fontes de pesquisa utilizadas para obtenção de informações sobre HC, os estudantes poderiam marcar mais de uma das opções (vide Quadro 1). Assim: 10 alunos marcaram ter visto temas de HC em Livros e/ou Livros Didáticos, 25 em aulas, 16 na TV. Doze não marcaram nenhuma das opções. Ou seja, 28 alunos disseram obter informações sobre HC- em diferentes meios, em especial, as aulas. Será que esse acesso foi eficaz?

Em função das respostas obtidas nessa pesquisa, é possível notar o escasso senso crítico entre esse grupo de estudantes e a facilidade em aceitar discursos de autoridade, já que eles parecem não pesquisar efetivamente sobre temas associados à natureza do mundo em que vivemos. Além disso, foi possível perceber que assuntos próximos às suas vivências (como eclipses, que sempre tem sua audiência nos meios de comunicação) se tornam mais naturais, visto que, entre as três perguntas do Bloco 1, a do eclipse foi melhor respondida pelo grupo. De toda forma, em geral, os estudantes se mostraram incapazes de responder questões referentes ao planeta que vivem e demonstraram um distanciamento do meio científico. Essa culpa cabe a eles?

Conclusão

A pesquisa mostra que o acesso a assuntos associados a História e Natureza da Ciência é, ainda, distante para estudantes do ensino médio. Esses temas são importantes para aproximá-los da realidade que cerca as teorias e, assim, familiarizá-los sobre esses assuntos. A pesquisa foi feita com quarenta alunos de uma escola pública, mas pode ser um parâmetro para entender o motivo do surgimento de pós-verdades associadas a temas científicos, já que o sujeito pós-moderno tende a negar conceitos científicos, principalmente quando estes não fazem sentido imediato ao que observam na sua vida. As informações estão disponíveis e não são filtradas, o ato de aceitá-las como verdade depende de quem as recebe, mas a quem cabe a formação desses receptores? O ensino básico parece não proporcionar adequadamente essa base para os cidadãos. Qual papel do ensino de Ciências na conjectura atual? Construir senso questionador ou apenas informar teorias?

Referências

- MORAES, M. C. M. Os "pós-ismos" e outras querelas ideológicas. **PERSPECTIVA**. Florianópolis: UFSC/CED, NUP, n. 24. p. 45–59, 1996.
- MOURA, B. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014
- PAULA, L.; SILVA, T.; BLANCO, Y. Pós-verdade e Fontes de Informação: um estudo sobre fake news. **Revista Conhecimento em Ação**, v. 2, n. 1, p. 93-110, 2018.
- POST-TRUTH. In: CAMBRIDGE Advanced Learner's Dictionary & Theasaurus. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/post-truth> />. Acesso em: 20 abr 2020.
- SAGAN, C. **Cosmos**. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.
- SILVEIRA, F. L. Sobre a forma da terra. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 2017.
- SOARES, J. *et al.* Incentivo à pesquisa nas escolas como estímulo ao pensamento crítico e seus impactos. In: ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS, 7, 2018, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Editora Realize, 2018.

O DEBATE SOBRE O FORMATO DA TERRA EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE SEGUNDO A EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD

THE DEBATE ON THE FORMAT OF THE EARTH IN THE CLASSROOM: AN ANALYSIS ACCORDING TO THE EPISTEMOLOGY OF GASTON BACHELARD

Donizete Aparecido Buscatti Junior

Instituto Federal de São Paulo/Campus de Presidente Epitacio/donizete@ifsp.edu.br

Resumo

O trabalho teve como principal motivação a indagação sobre como o professor de Física deve lidar com o significativo e crescente número de estudantes que chegam em sala de aula sendo adeptos do chamado modelo da Terra plana. Foi feita uma investigação, por meio de questionário, visando explorar a origem e os principais argumentos que justificassem a adesão dos sujeitos à um modelo que colide frontalmente com aquele que é aceito pela comunidade científica. A análise possibilitou explicitar que trata-se, fundamentalmente, de um problema epistemológico. Como referencial teórico, utilizou-se a epistemologia de Bachelard, mais especificamente as noções de obstáculo e perfil epistemológico. O referencial metodológico foi Análise do conteúdo, o qual possibilitou classificar as respostas de modo a extrair seus significados em comum. Concluiu-se, principalmente, que a questão não deve ser tratada somente como sendo propagação de pseudociência, mas como um problema que só é dirimido com um tratamento histórico no qual se enfatize o caráter humano da ciência.

Palavras-chave: Terra plana, História da Ciência, Gaston Bachelard, Ensino de Física

Abstract

The work had as main motivation the question about how the Physics teacher should deal with the significant and growing number of students who arrive in the classroom being adepts of the so-called flat Earth model. An investigation was carried out, through questionnaires, in order to explore the origin and the main arguments that justified the subjects' adherence to a model that collides head on with the one that is accepted by the scientific community. The analysis made it possible to explain that this is fundamentally an epistemological problem. As a theoretical framework of analysis, Bachelard's epistemology was used, more specifically the notions of obstacle and epistemological profile. The methodological framework was Content Analysis, which made it possible to classify the responses in order to extract their meanings in common. It was concluded, mainly, that the issue should not be treated only as the propagation of pseudoscience, but as a problem that is only solved with a historical treatment in which the human character of science is emphasized.

Keywords: Flat Earth, History of Science, Gaston Bachelard, Teaching Phisycs

Introdução

A tarefa do professor de lidar com concepções prévias, crenças arraigadas e conceitos científicos equivocados que os alunos adquirem previamente às aulas foi e é um relevante assunto de debate nas pesquisas em ensino de ciências (PACCA, 2018). Em geral, chega-se à conclusão de que é necessário levar em conta aquilo que o aluno já sabe e, mais do que isso, partir daí para a construção dos conceitos cientificamente aceitos e possibilitar uma visão de mundo crítica (CARVALHO, 2018; MOREIRA, MASSONI, 2016). Na atualidade, todavia, algumas concepções mostram-se mais latentes – colidem frontalmente com aquilo que a comunidade científica aceita há muito tempo – e, no limite, pode ter consequências sociais desastrosas. À título de ilustração, sabe-se que o movimento anti-vacina, fartamente relatado pela imprensa, tem responsabilidade direta por enfermidades e até mortes¹.

Discutir sobre a intenção das propagações dessas ideias avessas à ciência mostra-se algo relevante, inclusive no âmbito da educação científica, mas não foi o intento desse trabalho. Uma, em especial, passou a chamar a atenção nas aulas de física: a concepção de Terra plana. Pesquisas de opinião sérias começaram a mostrar que tal movimento possui um número de adeptos cada vez maior² e, inevitavelmente, chegou na sala de aula. Passa-se, então, à questão que inspirou o trabalho de pesquisa aqui descrito: como lidar com alunos que já chegam em sala de aula discordando de uma questão cuja resposta é dada (e endossada, conforme o tempo passou) há mais de dois séculos pela ciência? A experiência mostra que muitos professores caem na armadilha de utilizar a ciência como argumento de autoridade para resolver essa situação, tendo como consequência a criação de uma imagem anacrônica de ciência, aquela que possui respostas inquestionáveis, na qual apenas sujeitos frios e calculistas trabalham. É evidente que é necessário expor os principais argumentos que comprovam a esfericidade da Terra, mas – e mais importante – é imprescindível mostrar o porquê desses argumentos serem mais razoáveis do que a simples crença, e também evidenciar o modo com que a ciência trabalha (MATTHEWS, 1994). Em outras palavras, a explicação precisa ser *de e sobre* ciência (CARVALHO, 2008).

O fio condutor da presente discussão é, portanto, a utilização de História e Filosofia da Ciência (HFC) como ferramenta – e conteúdo, o que é uma decorrência – nas aulas de ciências, em especial, na de Física (MARTINS, 2006). A concepção de método científico que o professor carrega em si é tacitamente exposta nos conteúdos em sala de aula, tendo como consequência a propagação de uma visão demasiadamente empírica, indutivista e positivista da construção do conhecimento científico; o que, como se sabe, interfere negativamente tanto no conteúdo de aula, quanto na imagem de produção de conhecimento que o aluno vai formar (MATTHEWS, 1994). Apenas uma formação histórica e filosófica adequadas pode superar esse problema que, como relatam, é um dos impasses da questão da qualidade de ensino que chega nas aulas.

¹ <https://jornal.usp.br/atualidades/falha-de-comunicacao-entre-cientistas-e-sociedade-alimenta-movimento-antivacina/>

² <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirmam-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.shtml>

O tratamento histórico dos temas atinentes à Física permite demonstrar que visões de dados assunto que hoje parecem ser indiscutivelmente evidentes, já foram controversos em alguma época (MARTINS, 2006). O debate em torno do heliocentrismo exemplifica muito bem essa ideia e, expor os argumentos do debate, a racionalidade envolvida, as influências culturais, sociais e políticas das questões é o que evidencia o caráter dinâmico da ciência, o que é, segundo a literatura, um motivador e um dos pontos principais na formação cidadã dos alunos (ibid).

Neste trabalho, foi aplicado um questionário com o intuito de identificar o modo pelo qual os estudantes argumentam sobre a questão do formato da Terra. Constatou-se que uma parcela significativa se posicionou a favor do chamado movimento terraplanista. Buscou-se, em especial, identificar se tratavam-se de meras crenças pessoais ou de algo mais enraizado, com justificativas baseadas em pseudociência. A análise, baseada nos conceitos de *perfil epistemológico* e *obstáculo epistemológico* – como cunhados por Gaston Bachelard – evidenciou que a questão deve ser tratada com um ensino calcado na HFC. Antes de discutir os resultados, faz-se uma apresentação do referencial teórico adotado.

Referencial teórico – a epistemologia de Gaston Bachelard

- Obstáculos epistemológicos

Na sua tarefa de se debruçar sobre as nuances do progresso da ciência, Bachelard conclui que é em termos de obstáculos que deve-se colocar o problema do conhecimento científico. Esses obstáculos surgem inerentemente na relação dos sujeitos com os objetos do conhecimento, aparecem no “âmago do próprio ato de conhecer” (BACHELARD, 1996) – são obstáculos epistemológicos. É a superação destes que permite o avanço do conhecimento, tanto no nível do individual como no nível coletivo da ciência.

Para a pesquisa em questão, destaca-se o chamado obstáculo da *observação primeira*, imediata, que induz a compreender todo o real a partir do que seria um dado claro e nítido. Seria um empirismo que coloca os fatos antes das razões, impedindo a reflexão no ato de experimentar. O autor alerta para o perigo do deslumbramento, da satisfação do espírito com as *experiências coloridas*, que culminariam em um empirismo evidente e básico. Dentre os exemplos ilustrativos, são citadas as experiências da ciência da eletricidade do século XVIII, repletas de centros de interesses e imagens pitorescas que, sobretudo, imobilizam a razão. O chamado espírito pré-científico contenta-se com essa ciência de primeira aproximação, em que não é necessário compreender; basta ver. Já para a formação do espírito científico de fato, prossegue Bachelard, é necessário formar-se contra essa natureza, oferecendo-lhe resistência. No geral, a experiência primeira possui muito do concreto e do subjetivo, por isso, conclui que “*não é pois de admirar que o primeiro conhecimento objetivo seja um primeiro erro...*” (ibid).

Prosseguindo, existe o obstáculo do *conhecimento geral*, em que a generalização é capaz de imobilizar o pensamento. Por trás de uma lei ou teoria, o espírito pré-científico pretende explicar tudo, acabando por não explicar nada. Como exemplos, são citados os exemplos de coagulação e fermentação, que acabam

sendo estendidos a domínios tão diversos de modo que a simples palavra aparenta conter todo o poder explicativo. De acordo com o autor, o conhecimento científico moderno caracteriza-se por limitar os conceitos e suas condições de aplicação.

Outro obstáculo relevante é o *obstáculo verbal*, em que uma única imagem pode constituir toda a explicação. Neste caso, a própria palavra aparenta carregar a função, convencendo o espírito a aceitar imagens fáceis, a reconhecer metáforas como realidade. São citados os exemplos de alavanca, espelho e bomba, que levam a *físicas específicas, generalizadas apressadamente*. Um autor cita o exemplo do choque térmico (MARTINS, 2004).

O *obstáculo substancialista* é aquele que atribui a uma mesma substância qualidades diversas e até opostas, tal como forças, poderes, etc. Tal obstáculo tem raízes no inconsciente, e leva o espírito a transpor valores deste para o mundo objetivo. Por fim, há o *obstáculo animista*, que resulta da aplicação da intuição da vida aos mais variados fenômenos; onde o autor é enfático, ao dizer que a *imagem animista é mais natural, logo mais convincente*.

- Perfil epistemológico

Partindo de um pluralismo filosófico, de certa forma, hierarquizado, indo do realismo ingênuo ao surracionalismo, Bachelard elabora o conceito de perfil epistemológico: as diversas doutrinas filosóficas encontram, no indivíduo, uma carga de intensidade com respeito ao entendimento de uma determinada concepção. Em suas palavras: *seria através de um tal perfil mental que poderia medir-se a ação psicológica efetiva das diversas filosofias na obra do conhecimento* (BACHELARD, 1993). As doutrinas filosóficas que compõe o perfil bachelardiano são definidas brevemente a seguir:

- Realismo ingênuo: concepção animista, ou, em suas palavras, *uma apreciação grosseira da realidade*;

- Empirismo: vinculada à uma pretensa determinação objetiva e limitada; necessariamente ligada à mensuração. De certa forma, pensar é medir, medir é pensar;

- Racionalismo clássico: relacionada à um corpo de noções, relativamente bem elaborado. A concepção é definida com base em alguma teoria consolidada, passando a ser um *instante da construção racional*;

- Racionalismo complexo: também é definida a partir de uma teoria científica bem consolidada, todavia, com uma complexidade mais elevada. As noções contra intuitivas da Física moderna e contemporânea enquadram-se nesta doutrina.

Existe, ainda, a doutrina chamada de ultraracionalismo (ou racionalismo discursivo), na qual o conceito sugere uma ruptura com o racionalismo anterior e suscita uma dialética externa. Além disso, é importante colocar que o progresso do conhecimento científico, entendido como progresso epistemológico no sentido de um racionalismo crescente, é o motivo pelo qual Bachelard cunha a expressão filosofia do não. De certa forma, o avanço do conhecimento dá-se contra um conhecimento anterior, negando-o. Todavia, esse “não” nunca é definitivo, dado que o reconhecimento e afastamento dos erros, que a psicanálise do conhecimento representa, permite resgatar esse mesmo conhecimento, segundo uma nova ótica.

Referencial Metodológico

Foi aplicado um questionário aberto em duas turmas do terceiro ano do ensino médio de uma instituição federal de ensino. Escolheu-se o terceiro ano pelo fato de ser a última etapa da formação básica, ou seja, pressupõe-se que os alunos já saibam se expressar com relativa clareza perante questões de natureza científica. O total de sujeitos foi setenta e oito. Tal questionário solicitava duas coisas: primeiro, que se posicionasse sobre o formato da Terra, com a questão “*de acordo com a sua opinião, sua vivência, responda: qual é o formato da Terra?*”; em seguida, solicitava-se uma justificativa livre – “*exponha os principais argumentos que sustentam a sua resposta da questão anterior. Você acha que essa resposta é definitiva?*”. Deixou-se claro que se tratava de um simples posicionamento, ou seja, não seria considerado um instrumento de avaliação, além de ser anônimo. Portanto, tomou-se o cuidado de dar o máximo de liberdade para que os alunos pudessem se expressar. O uso do questionário como instrumento de coleta de dados garante uma maior liberdade das respostas em razão do anonimato, onde é possível se obter respostas mais rápidas e mais precisas (BONI; QUARESMA, 2005). Pretendeu-se, com a primeira questão, diagnosticar o percentual de adeptos do terraplanismo nos sujeitos da pesquisa. Percebe-se que a questão não foi dada como uma relação binária de oposição – ou redonda ou plana – justamente para que os sujeitos sentissem mais liberdade tanto para se posicionar, quanto para argumentar. A segunda questão pede a justificativa da concepção – o que fornece material para uma análise qualitativa. Buscou-se, sobretudo, investigar e detalhar a origem das concepções baseando-se nos posicionamentos expressos na resposta da questão.

Os dados coletados forneceram duas possibilidades de análise: uma, com respeito ao desenvolvimento científico, no qual dividiu-se em duas categorias (ciência estática e ciência dinâmica); e outra, com respeito ao formato da Terra (plana e esférica/geodésica). A pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa com emprego de questões abertas e análise descritiva.

Seguiu-se, portanto, a análise de conteúdo de Bardin (2011), no sentido de que fosse possível descrever, utilizando categorias pré-estabelecidas, com mais detalhamento os sentidos e significados contidos nas respostas dos participantes – tendo como base o que foi feito em, por exemplo, Souza Filho (2009). A elaboração das categorias e a discussão presente na análise das respostas foram baseadas nos preceitos epistemológicos do referencial teórico descrito na seção anterior.

Resultados e discussão

Os dados coletados forneceram material para que se fizesse duas análises – sobre o progresso científico e sobre o formato da Terra. Antes de analisar qualitativamente as concepções, apresenta-se o percentual sobre essas duas questões.

- Desenvolvimento científico: 70 (91%) alunos se posicionam segundo uma ciência dinâmica, e os demais (9%), segundo uma ciência estática. O questionário permitiu que, para ambas as concepções, fossem expostas respostas de forma clara e direta. Afirmações como “*é a ciência quem dá o ponto final*”, e “*de acordo com o posicionamento da ciência vigente há séculos*” foram frequentes;

- Formato da Terra: 74 (95%) alunos se posicionam de acordo com a concepção de Terra esférica/geodésica; e os demais – 4 alunos (5%) -, segundo o movimento terraplanista. A priori, percebe-se que não se trata de um percentual

desprezível, ainda mais levando-se em conta que o movimento vem adquirindo um número cada vez maior de adeptos. Deixa-se claro que, em termos idiossincráticos, são alunos ativos (e a análise das justificativas vai mostrar que não são antipáticos ao debate argumentativo) nas aulas e com histórico escolar igual ou maior do que a média. Passa-se, agora, para a análise qualitativa das concepções.

1) Sobre o desenvolvimento científico

Julga-se relevante já adiantar que, para ambas as categorias (ciência dinâmica e ciência estática), foram identificados obstáculos epistemológicos – no sentido bachelardiano -, que poderiam ser dirimidos com um tratamento histórico da ciência (MARTINS, 2004). Identifica-se isso, inclusive, nas afirmações diretas, como na que é citada a seguir (resposta da segunda questão):

O formato esférico da terra foi comprovado há mais de mil e inclusive foi até observado. Física pode mudar a sua opinião, mas neste caso nunca se mudou. E como passou tanto tempo, muito provavelmente não mudará

A afirmação é de alguém que sabe que a ciência possui um caráter dinâmico, o que fica evidente com a expressão “pode mudar de opinião”. Todavia, percebe-se a presença do obstáculo do *conhecimento geral*: a física não é (e nem pretende ser) o ramo da ciência que explica tudo. Mesmo a questão acerca do formato da Terra não pertence somente ao escopo da física, dado que o embasamento teórico acerca da esfericidade é composto por ferramentas matemáticas, dados geográficos e, evidentemente, históricos. Essa noção cria uma imagem distorcida de ciência, que, além de supervalorizar um ramo em detrimento do outro, reduz drasticamente o campo de atuação daqueles que trabalham fazendo pesquisa séria.

Na mesma afirmação, percebe-se a ênfase dada no fato de a Terra ter sido observada. Sabe-se que, mesmo que isso não tivesse acontecido, já se teriam motivos mais do que suficientes para se posicionar segundo a concepção esférica/geodésica da Terra (SILVEIRA, 2017). A ciência não é comprovada com os sentidos, do contrário, a noção de Terra estática ainda seria vigente; logo, nota-se aí a presença de uma visão empirista, o que constitui também um obstáculo.

O estrato de resposta a seguir ilustra o argumento de um aluno adepto da concepção de ciência estática: *“É esférica porque a ciência comprovou. Está em todos os livros, na escola desde a primeira série, no globo do planetário, em tudo.”*

Novamente, há uma visão reducionista da ciência. O *obstáculo verbal* mostra-se latente, além de uma visão anacrônica de ciência – “comprovou”. Enfatiza-se que as duas afirmações analisadas são de estudantes que defendem o modelo esférico/geodésico e, mesmo assim, percebe-se falhas epistemológicas em seus argumentos. Defende-se que o tratamento histórico das questões científicas é um caminho profícuo para se evitar esse tipo de formação. A seguir, analisa-se as concepções segundo o formato da Terra propriamente dito.

2) Sobre a questão do formato da Terra

Nesta parte, para as respostas enquadradas nas duas categorias, também foram identificados diversos e interessantes obstáculos epistemológicos, como é ilustrado e discutido no trecho a seguir.

Fui “convencido” de que a terra possui o formato esférico na escola, logo no começo do ensino fundamental, e até pouco tempo, parecia fazer sentido pra mim, pois era a explicação mais frequente que todos os meios de comunicação usava. Percebi que era algo inquestionável, pois parecia um pecado duvidar, e o professor utilizou somente um argumento: porque é assim. Aprendi, fora da escola infelizmente, que

devemos pensar com autonomia e colocar em dúvida qualquer verdade tida como absoluta. Dessa forma, vejo que não existem motivos para não se acreditar no modelo da terra plana, pois, além de ser mais coerente, é compatível com o que sinto. Claro que posso ser convencido pelo contrário, mas até agora não fui, seja na escola ou em qualquer outro lugar.

Os argumentos utilizados – em especial, a menção ao termo “é compatível com o que sinto” – ilustram o obstáculo *animista*. É evidente que a ciência surge do questionamento, contudo, a questão que se coloca apresenta justificativas práticas e teóricas consistentes o suficiente para que sejam aceitas. Ao que indica, a visão animista, que é comum por convencer mais facilmente, pois está vinculada à idiossincrasia - “acredito porque me faz bem” – teve origem na sala de aula, dado que a apresentação do conteúdo foi provavelmente feita por meio da utilização de argumentos de autoridade, que produzem desestímulo ao aluno tanto pelo conteúdo quanto pela produção de conhecimento. Tal empecilho não teria ocorrido caso fosse utilizada uma metodologia histórica e reflexiva (PACCA, 2018).

Analisa-se, agora, com respeito à noção de Perfil Epistemológico. Parte-se do pressuposto de que o espírito científico mantém uma relação dialética entre as diferentes doutrinas filosóficas. O argumento a seguir ilustra a concepção terraplanista:

O principal motivo que me faz defender o terraplanismo é o fato de eu confiar mais naquilo que de fato vejo do que naquilo que escuto. Fui influenciado por formadores de opinião, mas percebi que tinham os olhos vendados...a costa dos mares, por exemplo, os sinais de comunicação, que saem do Japão e chegam no Brasil...

O sujeito prossegue com uma série de argumentos baseados em conceitos científicos equivocados – o conceito de reflexão total, por exemplo, explica a questão dos sinais de comunicação, que são ondas eletromagnéticas -; sem entrar no problema da divulgação científica, percebe-se que o sujeito constrói a sua concepção em cima das doutrinas que mais carecem de racionalidade. O racionalismo simples, por exemplo, não está presente pelo fato de as evidências científicas não encontrarem suporte em teorias minimamente elaboradas. Ou seja, vê-se unicamente *uma apreciação grosseira da realidade* (BACHELARD, 1993).

Sobre os estudantes não adeptos do terraplanismo, destaca-se a seguinte resposta à segunda questão: “*O formato da terra é um geóide, ou sela, ela é achatada nos polos. Estudos recentes de gravitação mostraram isso.*”

Novamente, não entrando na questão de concepção de ciência, nem na referente aos obstáculos epistemológicos; nota-se uma concepção que ignora as percepções mais simples. A ciência prevalece sobre o senso comum não por mera escolha, mas por justificativas racionais e coerentes (MARTINS, 2006). Falta na justificativa acima uma elaboração melhor da questão de por qual motivo a Terra não é plana. Em termos bachelardianos, careceu de uma relação dialética com as racionalidades mais simples (BACHELARD, 1993).

Considerações finais

Teve-se como hipótese inicial, com base na literatura especializada em educação científica, que o debate em torno do formato da Terra precisa ser tratado em sala de aula como uma questão sobre a qual o estudante já carrega fortes concepções a respeito, tal qual a sua concepção aristotélica de movimento. A análise segundo o referencial metodológico e epistemológica comprovou isso, e ainda endossou que apenas o tratamento histórico – uma formação na qual se

valorize o debate e que leve em conta o caráter descontínuo e humano da ciência – pode provocar de fato a mudança conceitual pretendida.

O trabalho, sobretudo, enfatiza que a formação epistemológica – a qual forneça subsídios para que se enxergue além do óbvio, além da noção de ciência contínua e isenta de fatores sociais – se mostra cada vez mais necessária na formação de professores de física. Em suma, foi possível endossar a famosa passagem do Referencial teórico: “*Acho surpreendente que professores de ciência, mais do que outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda*” (BACHELARD, 1996).

Referências bibliográficas

Bachelard, G. A Filosofia do Não - Filosofia do Novo Espírito Científico. Trad. Joaquim José M. Ramos. Lisboa: Presença, 5. ed., 1991 (original de 1940).

Bachelard, G. A Formação do Espírito Científico. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1. ed., 1996 (original de 1938)

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011

BONI, V. QUARESMA, S, J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. Revista Eletrônica de Pós-Graduando em Sociologia Política da UFSC, v. 2, n. 1, p. 3, 2005.

CARVALHO, A. M. P.. Contribuições para a introdução da História e Filosofia das Ciências no ensino das ciências tanto em Nível Médio como na formação de professores. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, p. 183-187, 2008.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. . Ensino e Aprendizagem no Ensino Médio e Formação de Professores. Estudos Avançados, v. 32, p. 43-55, 2018.

DA SILVEIRA, FERNANDO LANG. Sobre a forma da Terra. A Física na Escola (Online), v. 15, p. 4, 2017.

MARTINS, A.F.P. Concepções de estudantes acerca do conceito de tempo: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2004

MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. XVII–XXX.

MATTHEWS, M. R. Science teaching: the role of History and Philosophy of Science. New York: Routledge, 1994.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, Neusa . Noções básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequências de ensino-aprendizagem de ciências/Física. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. v. 1. 220p

PACCA, J. L. A.. A LEI DA INÉRCIA: PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO E APRENDIZAGEM. 1. ed. , 2018. v. 1.

SOUZA FILHO, M.P.S. O erro em sala de aula: subsídios para o ensino de eletromagnetismo. Tese (Doutorado em Educação para a ciência) – FC UNESP, 2009.

INSERÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: IMPORTÂNCIA E DIFICULDADES

INSERTING THE HISTORY OF SCIENCE IN HIGH SCHOOL: IMPORTANCE AND DIFFICULTIES

Laiane Caio¹, Edenmar G. D. Zacaria², Paulo Vinícius Rebeque³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus* Bento Gonçalves, laianecaio@hotmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus* Bento Gonçalves, edenmarzacaria@outlook.com

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus* Bento Gonçalves, paulo.rebeque@bento.ifrs.edu.br

Resumo

O presente texto trata da importância de se inserir História da Ciência nas aulas de Ciências do Ensino Médio e as dificuldades de realizar tal tarefa. Sendo parte de uma pesquisa maior já realizada, esta primeira etapa do estudo visa descrever, a partir de uma revisão bibliográfica, alguns empecilhos enfrentados pelos professores que acarretam em uma abordagem inadequada da natureza do conhecimento científico. Como consequência, as concepções distorcidas sobre a atividade científica que os estudantes possuem acabam sendo intensificadas. É também válido ressaltar que abordar História da Ciência auxilia os alunos na compreensão de leis, princípios e teorias. Apesar de não haver um manual que diga quais passos devem ser tomados para que haja a inserção de elementos históricos com qualidade, esta pesquisa, a partir de uma análise da bibliografia, procura propor alguns pontos que podem auxiliar os docentes, que por vezes, pouco tem contato com materiais e pesquisas que decorrem sobre este assunto.

Palavras-chave: História da Ciência, Ensino Médio, Concepções Errôneas.

Abstract

This article seeks to demonstrate the importance of inserting History of Science in High School science classes and the difficulties of accomplishing this task. As part of a larger research already carried out, this first stage of the study aims to describe, from a bibliographic review, some obstacles faced by teachers that lead to an inadequate approach to the nature of scientific knowledge. Because of this, the distorted conceptions related to the scientific activity that students have end up being intensified. It is also important to noting that approaching History of Science helps students to understand laws, principles and theories. Although there is no manual that says what steps should be taken for the insertion of historical elements with quality, this research, based on an analysis of the bibliography, aims to propose some points that can help teachers, who, sometimes, has little contact with materials and research taking place on this subject.

Keywords: History of Science, High School, Misconceptions.

Introdução

O presente artigo é um recorte de uma pesquisa maior já realizada e que será dividida em duas partes. Esta primeira tem como principal objetivo destacar a importância e as dificuldades de abordar aspectos históricos da Ciência nas aulas de Ciências, em especial na área da Física, no Ensino Médio.

A necessidade desta pesquisa provém de alguns pontos destacados em outros estudos, que mostram que alunos e professores possuem visões que divergem da que a educação científica deveria proporcionar, como ressaltado por Sheid, Persich e Krause (2009), em uma pesquisa realizada com 89 estudantes. Tais visões são classificadas em sete tipos. Segundo Fenandez *et. al.* (2002), estas são: Concepção empiricoindutivista, Concepção rígida da atividade científica, Concepção aproblemática e ahistórica da Ciência, Concepção exclusivamente analítica da Ciência, Concepção meramente acumulativa do conhecimento científico, Concepção individualista e elitista da Ciência e Concepção descontextualizada, socialmente neutra da atividade científica.

Estas visões equivocadas da Ciência são frutos de diversos fatores, como o whiggismo¹ e o anacronismo² (FORATO, MARTINS e PIETROCOLA, 2011). Segundo estes mesmos autores, alguns historiadores e professores trazem aos estudantes e interessados uma versão tendenciosa dos acontecimentos, o que implica em uma compreensão deturpada da história. Seguindo esta mesma ideia, Bastos (1998), menciona que o método de ensino adotado pela maior parte das escolas é um dos principais disseminadores dessas visões errôneas, uma vez que grande parte dos professores focam apenas nos resultados finais das atividades científicas, deixando o processo de produção e construção do conhecimento científico em segundo plano.

De acordo com Monk e Osborne (1997), estudar e compreender a natureza do conhecimento científico é de suma importância para entender o próprio conhecimento científico. Isto implica que fatores históricos, epistêmicos, sociais e culturais fazem parte da Ciência, tanto quanto a matemática, os conceitos e as teorias envolvidas em determinado assunto. Como ressaltado por estes mesmos autores, para aprender Ciência, é necessário também aprender sobre Ciência. Ainda dentro destes aspectos, Matthews (1995), relata que abordar aspectos históricos nas aulas de Ciência do Ensino Médio, além de atrair mais estudantes pelo fato de humanizar a Ciência, auxilia na compreensão, por parte dos alunos, dos determinados conteúdos estudados.

Há várias dificuldades encontradas ao se abordar aspectos relacionados à construção do conhecimento científico, como a carência de materiais. Porém, o mais

¹ Whiggismo é a tendência que muitos historiadores têm de exaltarem e/ou enfatizarem certos fatos históricos que deram certo, deixando de lado todo o resto.

² Anacronismo é o termo usado para definir as distorções temporais que são causadas ao se ensinar e aprender História, quando se atribui pensamentos e visões atuais nos acontecimentos históricos, ou seja, uma época passada é analisada a partir de ideais atuais.

presente é a falta de tempo didático³ disponível para tal aplicação. Isso, por si só, pode “obrigar” o professor a ter de trabalhar com recortes históricos, correndo grande risco de acabar disseminando mais visões equivocadas a respeito da Ciência (FORATO, MARTINS e PIETROCOLA, 20011).

A História da Ciência é fundamental na formação de futuros professores de física, já que para um docente, é necessário tanto competências científicas quanto didáticas (MARTINS, 1990). Com isso, se faz necessário pensar e refletir questões referentes à História da Ciência como a necessidade de estudá-la e como aplicá-la nas aulas de Física no Ensino Médio. Para isso, buscou-se através de uma revisão bibliográfica, identificar as principais dificuldades encontradas ao se abordar História da Ciência em aulas voltadas para o Ensino Médio, e possíveis formas de realizar essa aplicação.

A seguir, comenta-se sobre a metodologia utilizada nesta pesquisa. Na sequência, apresenta-se os fundamentos teóricos que embasaram este estudo. Por fim, descreve-se algumas possibilidades para inserir a história da Ciência nas aulas de Ensino Médio.

Metodologia

Fez-se uma revisão de literatura narrativa, ou não sistemática, de cunho qualitativo. Pesquisou-se em algumas revistas relacionadas a aspectos de ensino e história da ciência. Algumas delas são: Ciência e Educação, Revista Brasileira de História da Ciência, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. A partir disso, selecionou-se alguns artigos referentes a questões de ensino da ciência, inserção da história da ciência na educação e ensino de física moderna e contemporânea no Ensino Médio.

A fim de contemplar o objetivo deste trabalho, justificar o tema da pesquisa e melhor investigar os assuntos relacionados à inserção da História da Ciência no Ensino Médio, realizou-se pesquisa e leitura de diversos artigos que o discutiam. Procurou-se analisar e identificar algumas das dificuldades que o professor se depara ao lecionar assuntos relacionados à natureza do conhecimento. Além disso, verificou-se, através de pesquisas já realizadas por outros autores, quais as concepções que os estudantes de Ensino Médio possuem em relação à Ciência, assim como a opinião deles quanto a este assunto. Ampliando o conhecimento sobre as dificuldades que rodeiam o ensino de História nas aulas de Ciência, optou-se por analisar alguns artigos que pudessem dar subsídios suficientes para analisar e debater os resultados encontrados ao longo deste trabalho.

Ao final desta pesquisa, através de estudos relacionados, descreveu-se algumas possibilidades para ensinar História da Ciência nas aulas.

Fundamentação Teórica

Este tópico está separado em duas partes. A primeira descreve brevemente qual a importância de abordar História da Ciência em aulas do Ensino Médio e como isto é visto por outros pesquisadores. A segunda etapa ressalta algumas

³ Tempo didático, neste caso, pode ser entendido como o tempo disponível entre as etapas da aprendizagem e o tempo escolar.

dificuldades encontradas ao tentar transpor elementos históricos didaticamente, e quais as consequências de uma abordagem histórica inadequada.

Qual a importância de ensinar História da Ciência no Ensino Médio?

Pesquisas, relativamente recentes, mostram que as universidades, no geral, estão demonstrando uma preocupação em relação ao ensino da História da Ciência, visto que muitas delas já possuem em sua grade curricular alguma forma de incorporar a história, seja através de uma disciplina específica, ou incorporando estes aspectos nas próprias disciplinas da área (MARTINS, 2007).

Através de uma pesquisa empírica realizada com três grupos de alunos de graduação e pós-graduação, Martins (2007) relata que abordar o contexto histórico dos conteúdos permite que os discentes possam ter uma aquisição de conhecimentos mais ampla. Segundo o autor, de forma contextualizada, além de atrair a atenção dos alunos, facilita na compreensão das leis, princípios e conceitos, além de promover o senso crítico dos estudantes.

De acordo com Martins (2007), houve a inserção de algumas reformas educacionais que pontuam a necessidade de uma contextualização histórico-social da Ciência. Consequentemente, o ensino da História da Ciência acaba tornando-se ainda mais relevante, em especial, como necessidade formativa do professor (CARVALHO e GIL PÉREZ, 1998).

Em uma análise mais recente, Vital e Guerra (2017) pontuam que os estudantes veem aspectos históricos como sendo algo introdutório e até mesmo dispensável ao se estudar Física. Para este estudo, os autores lecionaram algumas aulas de Física, promovendo inicialmente, um debate de elementos históricos. No entanto, como já ressaltado, os alunos não demonstraram dar a devida importância a estes aspectos. Devido a isso, é sugerido pelos autores que haja um maior investimento das instituições na formação de professores, especificamente no que tange ao ensino da História da Ciência. Porém, é válido ressaltar que mesmo que haja a inserção da História da Ciência nos cursos de licenciatura, isso por si só, não garante que os futuros professores tenham essa iniciativa quando docentes, visto que as dificuldades de abordar elementos da natureza do conhecimento científico surgem quando se passa a utilizar a História da Ciência para fins didáticos (MARTINS, 2007). Com a inserção da História da Ciência nas aulas do Ensino Médio, pode-se ir encontra às visões errôneas sobre o fazer científico (MARTINS, 2017).

A seguir, foram discutidas algumas das principais dificuldades enfrentadas pelos professores ao se abordar elementos relacionados à natureza do conhecimento científico.

Dificuldades encontradas ao abordar História da Ciência e as visões errôneas da Ciência

Como mencionado anteriormente, umas das dificuldades de ensinar História da Ciência é o tempo didático disponível, além do currículo das escolas brasileiras, que normalmente são focadas nos vestibulares e no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Esses fatores acabam colocando o professor em um certo dilema. Se por um lado o docente resolver aprofundar o contexto histórico demasiadamente, os conceitos físicos e matemáticos de determinado conteúdo acabarão por ficar em

segundo plano. Por outro lado, caso o professor aborde apenas alguns recortes históricos, ele corre o risco de disseminar concepções errôneas do fazer científico (FORATO, MARTINS e PIETROCOLA, 2011).

Segundo Martins (2010), aulas que busquem dar enfoque na natureza do conhecimento científico, quando não bem elaboradas podem disseminar algumas visões distorcidas da Ciência.

Quase sempre, ao se tentar apresentar a história de forma resumida, cai-se em uma história linear: uma sequência de eventos que são efeito um do outro, e que vão levando a resultados “melhores” com o passar do tempo. Esse tipo de história traz em sua base a ideia simplista de progresso (melhora qualitativa) e de causalidade direta entre fatos do passado e do presente. Aceita a concepção de que aquilo que valorizamos no presente já existia no passado e que basta procurar para encontrar os “pais” das ideias que aceitamos. É seguindo essa tendência simplista que se costuma estruturar a história da teoria da evolução: indicando alguns personagens importantes (como Lamarck e Darwin) e estabelecendo um progresso linear entre eles, além de indicar no “pai” da teoria da seleção natural apenas as ideias que aceitamos hoje em dia (e que são diferentes das que ele tinha) (MARTINS, 2010, p. 5).

Oliveira (2002) descreve que ao analisar fatores histórico-epistemológicos, é possível perceber que o conhecimento científico está relacionado a um amplo processo de construção, que envolve desde a razão, a experimentação e a criatividade, até as emoções, influências culturais e sociais e crenças sobre. Porém, o autor menciona que no atual cenário de ensino da ciência, todos esses fatores resumem-se a uma simples equação matemática, referindo-se a professores de Física que dão ênfase apenas aos cálculos matemáticos relacionados a determinado conteúdo da Física.

Faria *et al.* (2014), ressaltam que grande parte dos estudantes possuem ideias equivocadas sobre o que é atividade científica. Isso se deve, em parte, a má formação de professores em relação ao ensino da História da Ciência (despreparo e até mesmo a ingenuidade deles), pois, como já mencionado, aulas não bem planejadas, podem contribuir ainda mais com as visões distorcidas da Ciência.

Nas palavras de Brito *et al.* (2014, p. 215):

Compreender os processos envolvidos na construção do conhecimento científico não se trata de uma tarefa trivial. Com frequência, vemos esse conhecimento supostamente vinculado a certas personalidades científicas, tais como Isaac Newton (1643-1727), cuja história é cercada por lendas e conclusões geniais acerca de fatos corriqueiros, que, conseqüentemente, fomentam no imaginário popular uma visão de que a ciência, assim como a sua compreensão, faz parte apenas do domínio de gênios abençoados com um conhecimento acima do normal. Torna-se imprescindível adequar essa visão.

Seguindo essa ideia, Matthews (1995) menciona que há discrepâncias quanto a inserção da História da Ciência. Há quem alegue que a única história possível de ser ensinada é a pseudo-história⁴ e até mesmo que aprender sobre a História da Ciência pode tirar a credibilidade do saber científico.

⁴ História construída a partir de recortes para provar determinado ponto.

Martins (2010) afirma que é impossível abordar a história de forma neutra, mas que cabe ao professor deixar claro que o que foi mostrado trata-se apenas de recortes, uma vez que tende a ser anacrônica, até mesmo pela escassez de materiais didáticos que comentem sobre esta parte da Ciência. Em função disso, é importante comentar que defensores da não inserção da História da Ciência, acreditam que a pseudo-história é o “resultado de muitos e muitos livros cujos autores sentiram a necessidade de dar vida aos registros desses episódios usando um pouco de história, mas que, de fato, acabavam reescrevendo a história de tal forma que ela segue lado a lado com a física” (WHITAKER, 1979, p. 109 apud MATTHEWS, 1995, p. 174).

Em relação às concepções errôneas da Ciência, Fenandez *et al.* (2002) as classifica em sete tipos:

- **Concepção empiricoindutivista:** Nesta visão, são descartados os fatores que influenciaram ou foram determinantes para determinado conhecimento, fazendo alusão a um método científico infalível para achar o resultado;
- **Concepção rígida da atividade científica:** Acreditar que a Ciência possui um método mecanizado que direciona os cientistas a uma resposta incontestável;
- **Concepção aproblemática e ahistórica da Ciência:** Apresentar ou estudar apenas os resultados de um conhecimento, mas sem se aprofundar nas dificuldades ou influências do contexto sociohistórico e cultural que fizeram parte da construção deste saber;
- **Concepção exclusivamente analítica da Ciência:** Perceber os conhecimentos científicos de forma separada, ou seja, todos os processos de unificação de teorias por exemplo, não são levados em consideração;
- **Concepção meramente acumulativo do conhecimento científico:** A grosso modo, é o pensamento de que o atual conhecimento não está passível de alterações futuras.
- **Concepção individualista e elitista da Ciência:** O pensamento de que apenas pessoas superiores em intelecto possam contribuir significativamente na Ciência.
- **Concepção descontextualizada, socialmente neutra da atividade científica:** Não perceber a relação da Ciência com os fatores políticos, sociais e culturais do contexto no qual ela está inserida.

Como se pode perceber, a inserção da história da Ciência no Ensino Médio é um assunto delicado e que depende de vários fatores, podendo acabar disseminando visões distorcidas do fazer científico. Contudo, vale ressaltar sua importância, tanto para estimular o senso crítico dos estudantes como para ajudá-los a melhor compreender os conteúdos.

Considerações Finais

Como primeira etapa de uma pesquisa, a presente revisão bibliográfica sobre a importância e as dificuldades de se abordar aspectos históricos da Ciência em aulas de Ciências mostrou-se produtiva, sobretudo pelos relatos de experiências

didáticas. Ou seja, este tema se revelou muito presente na literatura acadêmica, o que o coloca como importante campo de pesquisa na área de Ensino.

Entretanto, há de ser ressaltado que a maioria dos professores não utiliza artigos acadêmicos no cotidiano das escolas, mas sim livros didáticos que, por vezes, deixam a desejar uma adequada abordagem histórica dos temas científicos. Nesse sentido, ter como referência na preparação de aulas artigos acadêmicos, sobretudo os denominados relatos de experiências didáticas, pode ser uma possibilidade para os professores.

De fato, inserir elementos históricos nas aulas de Ciência no Ensino Médio não é uma tarefa fácil. Existem diversos fatores que podem não corroborar com essa iniciativa, como fatores pessoais (despreparo do professor para abordar estes assuntos e/ou pouco contato com materiais que apresentam a História da Ciência), fatores interpessoais, como a relação docente/aluno/escola e até aspectos gerais, como a falta de tempo didático, escassez de materiais didáticos e, possivelmente, currículos voltados ao conteudismo. Além disso, a bibliografia aqui evidenciada ilustrou os cuidados que o professor deve tomar para não disseminar visões errôneas da Ciência ou abordar apenas recortes históricos.

A partir dessas percepções, pode-se pensar em algumas maneiras de levar aspectos históricos da Ciência para as de Ensino Médio, como, por exemplo, disponibilizar materiais, além de incentivar a leitura, pode ser eficaz para que os estudantes possam se aprofundar mais no contexto histórico dos conteúdos, podendo economizar algum tempo em sala. Abordar textos relacionados aos conceitos que estão sendo estudados também pode auxiliar, pois, como visto, além de facilitar a aprendizagem, estudar aspectos históricos pode ampliar o senso crítico dos estudantes.

Referências

- BRITO, R. et al. História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula. *Revista Brasileira de História da Ciência*. Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 214-231, jul-dez, 2014.
- BASTOS, F. História da Ciência e Ensino de Biologia. Tese Doutorado, Faculdade de Educação – USP, 1998.
- FERNANDEZ, I. et. al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 2002, 20 (3), 477-488.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.
- FARIA, Cláudia et al. "Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. *Ciênc. educ. (Bauru)*. Bauru, v. 20, n. 1, p. 1-22, mar. 2014.
- OLIVEIRA, M. P. A história e a epistemologia no ensino de ciência: dos processos aos modelos de realidade na educação científica. In: ANDRADE, A. M. R. *Ciência em Perspectiva. Estudos, Ensaios e Debates*. Rio de Janeiro: MAST/ SBHC, p. 133-149, 2002.

MARTINS, R. A. Seria possível uma história da ciência totalmente neutra, sem qualquer aspecto whig? *Boletim de História e Filosofia da Biologia*, p. 4-7, set. 2010.

SHEID, N. M. J.; PERSICH, G. i D. O.; KRAUSE, J. C. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. VII-ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, nov. 2009.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. P. 112-131, 2007.

VITAL, A.; GUERRA, Andreia. Os sentidos que estudantes atribuem ao ensino de física de à sua abordagem histórica. *Investigações em Ensino de Física*, v. 23, p. 130-154, 2017.

MONK, M.; OSBORNE, J. F. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, v. 81, n. 4, p. 405- 424, 1997.

LIBÂNEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 1991.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

A FUNDAÇÃO DA FFCL-USP E SEUS PRIMEIROS ANOS (1934-1941): REFLEXÕES SOBRE O ENSINO E A PESQUISA EM FÍSICA NO BRASIL

THE FOUNDATION OF FFCL-USP AND ITS FIRST YEARS (1934-1941): CONSIDERATIONS ABOUT PHYSICS TEACHING AND RESEARCH IN BRAZIL

Jonathan Melkes Francisco Monzon¹, Marcia Tiemi Saito²

¹Instituto Federal do Paraná (IFPR), jonathan.melkesf@gmail.com

²Instituto Federal do Paraná (IFPR), marcia.saito@ifpr.edu.br

Resumo

Apesar das pesquisas sobre a História da Física no Brasil terem avançado nos últimos anos, ainda existem diversos temas a serem explorados. Um desses temas se refere à fundação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), juntamente com a Universidade de São Paulo, em 1934. Os objetivos deste trabalho consistem em apresentar um panorama sobre o contexto de fundação desta faculdade e seus primeiros anos de funcionamento, bem como fazer uma reflexão sobre os impactos de sua criação para o Ensino e a Pesquisa em Física institucionalizada no Brasil. As análises a serem realizadas estarão alicerçadas em documentos históricos e pesquisas historiográficas já existentes sobre esse tema. Conclui-se que a criação da FFCL foi um marco na história da Física no Brasil. A sua fundação permitiu a reunião de pesquisadores nacionais e estrangeiros, por oferecer-lhes um ambiente e condições de trabalho propícias, além de fortes investimentos em infraestrutura e equipamentos especializados. A FFCL também contribuiu para a formação de professores capacitados para atuar no ensino básico e superior. Por fim, o desejo de formar uma “elite intelectual” – de natureza distinta a uma elite econômica –, uma das motivações para a criação da USP, permitiu com que se adotasse uma política de bolsas e inclusão de estudantes de mais baixa renda. Essa política pode ser considerada parte do início, ainda que de forma incipiente, da democratização do acesso ao ensino superior.

Palavras-chave: História da Física no Brasil, Ensino de Física no Brasil, Física no Brasil, história das instituições, historiografia da ciência.

Abstract

In spite of the development in research about the history of physics in Brazil, we still have many subjects to be explored. One of them is the foundation of the Faculty of Philosophy, Sciences and Arts (FFCL), together with the University of Sao Paulo (USP), in 1934. The aim of the present work is to present an overview about the historical context of foundation of this faculty and its first years of operation. We also analyze the consequences of its foundation to institutionalization of physics teaching and research in Brazil. The analysis of the present work will be based on historical documents and studies. We conclude that the foundation of FFCL was an historic landmark. It allowed Brazilian and foreign researchers to collaborate in developing national research, offering them an adequate environment and good conditions of work. It also made possible investments in specialized laboratories and equipment. FFCL also contributed to teacher training for basic and higher education. Besides, the foundation of USP aimed to form an “intellectual elite”, which is different from economical elite. This fact allowed FFCL to adopt a politics of financial and

inclusion of low-income students. This politics can be considered part of the beginning of democratization process to access higher education in Brazil.

Keywords: History of physics in Brazil, Physics teaching in Brazil, Physics in Brazil, history of institutions, historiography of science.

1 – Introdução

Apesar das pesquisas sobre a História da Física no Brasil terem avançado nos últimos anos, ainda existem diversos temas a serem explorados nessa área. Além disso, existem diversos debates e críticas sobre a própria produção historiográfica existente a respeito dessa história (Vieira e Videira, 2007). Um importante marco ainda a ser mais bem explorado no que diz respeito à institucionalização do ensino e da pesquisa em Física no Brasil está relacionado à fundação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), em conjunto com a Universidade de São Paulo (USP), em 1934.

A USP foi oficialmente criada pelo decreto do estado de São Paulo nº 6.283, de 25 de janeiro de 1934, e regulamentada pelos Estatutos formalizados pelo decreto estadual nº 6.533, de 4 de julho do mesmo ano. As motivações para a sua criação, de acordo com os documentos de sua fundação (USP, 1936), foram a necessidade de “organização e desenvolvimento da cultura filosófica, científica, literária e artística”, de “formação das classes dirigentes” (USP, 1936, p. 39), e um interesse na organização e no desenvolvimento da cultura superior, em todos os setores do conhecimento humano. Essas motivações se apoiavam na crença de que essas ações constituíam a base das instituições democráticas de uma nação e que, posteriormente, sua influência transcenderia as barreiras do estado de São Paulo indo de acordo com os interesses morais da União (USP, 1936, p. 15).

No ato de sua fundação, passaram a integrar o sistema universitário: a Faculdade de Direito, a Faculdade de Medicina, a Escola Politécnica, o Instituto de Educação, a Faculdade de Medicina Veterinária, a Faculdade de Farmácia e Odontologia e a Escola Superior de Agricultura, que já existiam, em São Paulo; além destas, foram criadas a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), o Instituto de Ciências Econômicas e Comerciais e a Escola de Belas Artes, bem como outras instituições complementares (USP, 1936, p. 15). A FFCL, objeto de estudo da presente pesquisa, foi separada em três seções autônomas: Filosofia, Ciências e Letras, sendo a seção de Ciências composta por seis subseções – I Ciências Matemáticas; II – Ciências Físicas; III – Ciências Químicas; IV – Ciências Naturais; V – Geografia e História; VI – Ciências Sociais e Políticas. Com essa estrutura, a FFCL visava formar professores para atuar no ensino de nível secundário, pois “sendo o problema de formação do professor secundário uma das mais graves questões relativas ao ensino desse nível, (...) [o] futuro pessoal docente se recrutará entre os diplomados por estes institutos” (USP, 1936, p.16).

Sendo assim, tendo em vista a importância da fundação da FFCL para a história da Física no Brasil, os objetivos deste trabalho consistem em apresentar um panorama sobre o contexto de fundação desta faculdade e seus primeiros anos de funcionamento. A partir disso, se pretende fazer uma reflexão sobre os impactos da criação da FFCL para o Ensino e a Pesquisa em Física sistematizada no país. Em particular, serão exploradas as motivações políticas e sociais que antecederam a sua fundação, as dificuldades encontradas nos seus primeiros anos de funcionamento, os investimentos realizados para a concretização deste projeto, em especial, os esforços em recrutar profissionais para atuarem como docentes nesta faculdade,

e os seus impactos educacionais e para a formação de professores no país. O desenvolvimento dessas análises será alicerçado em documentos históricos e pesquisas historiográficas já existentes sobre o tema.

2 – As motivações para a fundação da FFCL: um aprofundamento histórico-social

A fundação da FFCL, em 1934¹, juntamente com a fundação da USP, ocorre em um contexto histórico-social particular para o Estado de São Paulo, após a sua derrota no movimento de 1932, o qual foi motivado pela perda de poder político desse Estado e de Minas Gerais no país, com a fim da “política do café-com-leite” (Acervo IFUSP, 2020). Diante desse contexto, existem algumas hipóteses sobre as motivações para a criação da USP e, em particular, da FFCL. A primeira delas seria a de que, embora o governo federal tivesse ganhado a batalha contra o estado de São Paulo, Getúlio Vargas sabia que não poderia ignorar a elite paulista em seu governo, sendo assim, a criação da USP seria uma espécie de consolo para essa elite (Skidmore, 2003). Outra hipótese, vinculada a esta, seria a de que a elite paulista passou a articular uma nova estratégia de conquistar poder político, não mais através das armas, mas através da formação “(...) de uma elite intelectual, capaz de compreender os problemas de sua época e de dar a eles solução adequada” (Prado, 1974, p. 98). Por fim, uma terceira hipótese retrata a USP como fruto de “uma iniciativa de empresários do setor cultural (...) pessoas com interesses empresariais, ligadas a editoras, donos de escolas [etc.]” (Mesquita Neto, 1993, pp. 11-12).

Essas hipóteses, apesar de darem ênfase a diferentes aspectos, refletem a existência de um sentimento de derrota na elite paulista – cientistas, políticos e cafeicultores –, o qual foi gerado pelas diversas derrotas políticas e pelas crises econômicas, que interferiram drasticamente na indústria do café e fizeram com que o estado de São Paulo deixasse de ser um pivô nas decisões políticas da União. A criação da USP, então, seria uma tentativa de reverter este sentimento, formando uma elite não mais com enfoque econômico, mas uma “elite intelectual”, capaz de interferir nas diretrizes do Estado.

Contudo, São Paulo era um Estado onde poucos jovens alcançavam o nível superior de educação e era sabido que, para que ele voltasse a sua posição de locomotiva do país, primeiramente era necessário elevar o nível educacional de sua população. Salmeron (2001) destaca alguns pontos importantes a respeito do contexto político-social da época:

Não havia no país escolas especializadas no estudo das ciências da natureza, ciências humanas ou literatura. Em geral, as pessoas interessavam-se por matemática, física ou química quando estudavam engenharia; os que se interessavam por biologia, estudavam medicina; os especialistas em literatura, vinham principalmente das escolas de direito, e assim por diante. Os cientistas de quase todos os campos da ciência, os filósofos, os escritores, adquiriam a maior parte da sua educação profissional como autodidatas. Pouquíssimos tinham a oportunidade de aprimorar a sua formação na Europa. (Salmeron, 2001, p. 219)

¹ A primeira tentativa de implantação de uma universidade, chamada Universidade de São Paulo, ocorreu nos anos 1910, com caráter particular e não público. Por diversos motivos a iniciativa foi criticada e não se desenvolveu: faltavam alunos e em algumas cadeiras não havia professores (Nadai, 1988).

Diante desse contexto, a FFCL surge com objetivos de “formar professores para o ensino secundário e superior, que teriam como responsabilidade o desenvolvimento de uma elite intelectual” (Ferreira, 2009, p.5). Os professores formados pela FFCL, portanto, teriam a incumbência de semear nos jovens do ensino básico a chamada “consciência nacional”². Com isso, “a USP (...) buscava não só formar uma elite preparada para estabelecer as bases para o progresso do País, revalorizando a soberania paulista, mas justificar a existência dessa elite intelectualizada” (Acervo IFUSP, 2020).

3 – Os primeiros anos da FFCL e a natureza do seu corpo docente

Como consequência do contexto educacional, político e acadêmico no país, havia uma carência de especialistas em território nacional para lecionar e desenvolver pesquisas na recém-criada FFCL, assim, surge a necessidade de contratar profissionais estrangeiros. Contudo, atrair esses profissionais para atuar no ensino superior brasileiro poderia não ser uma tarefa fácil. Logo, esta atividade assumiu o caráter de uma missão, que ficou a cargo do engenheiro Theodoro Ramos³, sendo posteriormente batizada com o seu nome pelos historiadores. Nessa missão, o professor da Escola Politécnica foi incumbido de viajar pela Europa e convidar pesquisadores para compor o corpo docente da FFCL. Além da busca por esses profissionais, Theodoro também ficou encarregado de observar o modo de funcionamento das instituições de ensino europeias, a fim de replicar aquilo que seria considerado conveniente para o sistema de ensino no Brasil (Ferreira, 2009).

Como resultado dessa missão, alguns professores aceitaram o desafio de iniciar carreira docente na FFCL, seja por conta das dificuldades de encontrar empregos permanentes na Europa, seja por conta do incentivo do governo de seu país, como foi o caso da Itália, que ofereceu diversas facilidades para os professores que quisessem vir à USP (Ferreira, 2009; Vieira e Videira, 2007; Silva, 2016). Especificamente na área de Física, foi contratado o professor ítalo-russo Gleb Wataghin, atualmente considerado um dos principais impulsionadores das pesquisas sistematizadas em Física no Brasil. Além dessas motivações, o salário e as condições de trabalho oferecidos na época pelo governo paulista para esses docentes era atraente, pois seu regime de trabalho era de dedicação integral à pesquisa, bons equipamentos e ferramentas para pesquisa e a possibilidade das aulas serem ministradas no idioma de origem dos professores (Vieira e Videira, 2007; Silva, 2016). De fato, fica evidenciado nas primeiras páginas do Anuário da USP de 1934/35, o forte investimento do Governo de São Paulo em criar e equipar laboratórios, a fim de criar um ambiente simpático e propício ao ensino e à pesquisa:

Orientada pelo firme propósito do governo de acender nessa Faculdade um foco de pesquisas e organizá-la como um centro de cultura capaz de influir eficazmente no desenvolvimento dos altos estudos e na renovação dos métodos de trabalho científico. Não foi menor o empenho do governo do Estado em aparelhar do material e das instalações necessários as diversas seções, presididas, nessa Faculdade, pela reconhecida competência dos especialistas contratados (USP, 1936, p. 17).

2 A “consciência nacional” é a identidade ou reconhecimento que os residentes de um determinado território têm pelo Estado e abrange os sentimentos e opiniões que essas pessoas partilham sobre o valor do consenso da comunidade política.

3 Catedrático da Escola Politécnica, foi nomeado como primeiro diretor da recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL).

Portanto, os primeiros anos de funcionamento da FFCL contaram com um corpo docente em sua maioria pesquisadores estrangeiros, principalmente, alemães, franceses, italianos e portugueses, os quais, com boas condições de trabalho, puderam desenvolver a pesquisa nacional sistematizada nas áreas abarcadas por esta faculdade.

4 – Os investimentos em laboratórios e equipamentos de pesquisa

A instalação inicial da FFCL, no ano de 1934, se deu em caráter provisório, ocupando espaço e laboratórios em comum ao edifício da já existente Faculdade de Medicina. Nos anos seguintes, iniciaram-se os trâmites para a instalação de laboratórios e espaço próprios, necessários ao pleno funcionamento de cada uma de suas seções e subseções, até a aquisição de um local de caráter mais permanente (USP, 1938). O forte investimento nos laboratórios fica evidenciado nos primeiros anos de sua criação, pois se entendia que, para existir produção de conhecimento científico nas áreas abarcadas pela faculdade, era necessário investir em uma infraestrutura especializada:

À medida do seu desenvolvimento, a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras vem ampliando as suas atividades de pesquisa, tendo já, para isso, aparelhado convenientemente as Cadeiras dos Cursos de Física, História Natural e Química. Dispondo, assim, de laboratórios especializados nas disciplinas respectivas, tem-se incrementado nas mesmas a pesquisa científica desinteressada, sendo de notar os trabalhos já efetuados nos Departamentos de Física, [e outros] (...). Outras cadeiras (...) têm realizado trabalhos de pesquisa, que tem sido publicado nos “Boletins” da FFCL (USP, 1942, p. 112).

O Anuário da USP de 1936/37 revela que “os vários departamentos especializados da Faculdade desenvolveram grande atividade durante o ano letivo, não só na parte propriamente didática, como também no que se refere a pesquisas científicas” (USP, 1938, p.39). É sabido que o investimento financeiro empregado na infraestrutura da Universidade não foi o único fator para o sucesso dos trabalhos. O esforço empregado pelo corpo docente e técnico especializado, que trabalhou na construção, desenvolvimento e manutenção dos equipamentos que seriam utilizados nas pesquisas, foi essencial para a sua sistematização.

Em particular, na área de Física, foi possível desenvolver as primeiras pesquisas em raios cósmicos e partículas, as quais foram lideradas pelo Prof. Wataghin – professor contratado na missão Theodoro Ramos – e contaram com a colaboração do Sr. Damy de Souza Santos, estudante formado na primeira turma de Física da FFCL e que, em 1941, se tornou professor desta mesma faculdade (USP, 1938; USP, 1942).

Foram iniciadas, nesse Departamento [de Ciências físicas], as primeiras pesquisas sobre a radiação cósmica com aparelhos inteiramente construídos no laboratório, sob a direção do prof. Wataghin, com a colaboração do prof. Cintra do Prado e do assistente Damy de Souza Santos, licenciado⁴ na turma de 1936. (USP, 1938, p. 39)

5 – As políticas da FFCL para a formação de professores

4 Art. 11 – Terminado o curso, em qualquer das seções ou das sub-seções, ao candidato será dada *licença cultural* respectiva, considerando-se licenciado em filosofia, em ciências ou letras (USP, 1936, p.44). Embora o título concedido aos formados no ano de 1936 tivesse o nome de licenciado, este não tinha o mesmo significado atual, e ao detentor do título não competia à atuação no magistério secundário ou normal. Ver mais detalhes na seção 5.

A fundação da FFCL vem com um objetivo claro perante as necessidades educacionais da época. O problema da formação de docentes para atuar no ensino secundário era grave, e a escassez de profissionais era a principal questão a ser trabalhada. Logo, “é fácil avaliar o papel que está reservado a esses dois institutos universitários [a FFCL e o Instituto de Educação], na renovação das escolas secundárias, cujo futuro pessoal docente se recrutará entre os diplomados por estes institutos” (USP, 1936, p. 16). Cabe destacar que a escassez de educadores especializados não estava apenas no ensino básico, mas também no superior, na própria recém-criada USP. Segundo o Anuário USP 1940/41 (USP, 1942, pp.12-13), em 1941, a FFCL ainda sofria pela falta de efetivo docente em diversas cadeiras, apresentando deficiências nas aulas dadas e tendo que estabelecer uma política para a realização de concursos públicos e provimento de vagas.

Diante desse contexto, a FFCL passou a ser a primeira universidade no Brasil a oferecer uma preparação especial para aqueles que pretendiam exercer o magistério secundário. Porém, para que o licenciado formado em uma das seções da FFCL pudesse atuar nessa carreira, era necessário passar por uma complementação pedagógica, que ficava a cargo do Instituto de Educação, ou seja, “é na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras que o candidato ao magistério de qualquer disciplina ou grupo de disciplinas afins, em escolas secundárias, irá aprender ‘o que ensinar’, para aprender ‘como ensinar’, no Instituto de Educação (IE)” (USP, 1936, p.16).

Para a atuação como docente no ensino superior, por outro lado, não era necessária a complementação pedagógica pelo IE. Este modelo de formação de professores durou até o ano de 1939, quando foi extinto o IE e a FFCL passou a incorporar os seus cursos universitários. Essas mudanças acarretaram na readequação do Estatuto da USP, que passou a entender que os objetivos da FFCL eram dois: a formação do professor secundário e a preparação dos cientistas e pesquisadores de cultura pura e desinteressada (USP, 1939, p. 17).

Como consequência dessa mudança, a FFCL passou a se dividir em seus cursos ordinários, com duração de três anos cada um, os quais forneceria aos seus formados o título de Bacharéis. Já “para obtenção do título de Licenciado, que lhes dará direito ao magistério secundário ou normal, é facultada a matrícula no (...) Curso Especial de Didática, lecionado em um ano” (USP, 1942, p.102). Este último tinha como um de seus objetivos, preparar candidatos ao magistério do ensino secundário normal e assistentes nos cursos superiores, e aquele que se formasse nesse curso faria jus às “regalias decorrentes dos seus diplomas” (USP, 1942, p.111):

Os diplomas de licenciado, expedidos pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras conferem aos seus portadores o direito de exercer qualquer função no magistério secundário ou normal, em estabelecimento administrado pelos poderes públicos ou entidades particulares, sendo admitidos a registro no Ministério da Educação.

A partir do ano de 1943, só poderão exercer essas atividades os licenciados por Faculdades de Filosofia, nos termos do decreto-lei federal nº 1.190, de 1939.

Os assistentes das Faculdades de Filosofia deverão também ser licenciados nos respectivos cursos (USP, 1942, p.111).

Além disso, para auxílio na formação de professores, a FFCL contava com um programa de “Bolsas de Estudo”, instaurado a partir do ano de 1936, sendo ela uma proposta do Prof. Almeida Junior:

Ficou resolvida a concessão das Bolsas mediante concurso, a que também poderão concorrer os professores primários com cadeira no magistério do Estado. Pelo regimento aprovado pelo Conselho Universitário e pela Secretaria da Educação para regulamentação desse concurso, haverá em 1936, 20 bolsas de estudos do valor de 250\$000 mensais, e 33 vagas para professores comissionados, limitado o número conforme a secção ou subsecção, de acordo com o quadro que foi organizado, e respeitada a média obtida, que será, no mínimo de 7, no exame vestibular, e de 6 em cada matéria durante o curso (USP, 1936, p. 27).

Além do programa de bolsas concedido pela Universidade, existiam também aquelas oferecidas pelos institutos estrangeiros Fundação Rockefeller e a Fundação John Simon Guggenheim, para estudos no exterior (USP, 1942, p.11). Dessa forma, apesar de, desde o início, a criação da USP ter sido voltada para o fortalecimento da elite paulista, o esforço institucional de formar uma “elite intelectual” – de natureza distinta a uma elite econômica – abria margem para a inclusão de “alunos reconhecidamente pobres, e de real valor para o prosseguimento de seus estudos” (USP, 1936, p. 91).

Além disso, a concessão de bolsas e incentivos não era exclusividade dos alunos de graduação, mas também de docentes e auxiliares de ensino que tivessem revelado uma aptidão excepcional. Todos esses investimentos estavam inclusos no orçamento anual, a fim de propiciar os meios de especialização e aperfeiçoamento desse público dentro ou fora do país (USP, 1936, p. 52).

Todas essas políticas e investimentos universitários contribuíram para a formação de professores, do nível básico ao superior, e, conseqüentemente, repercutiram nos níveis educacionais da população.

6 – Considerações finais

A criação da FFCL foi um marco para o ensino e a pesquisa sistematizada nas diversas áreas do conhecimento abarcadas por essa faculdade, em particular, para o ensino e a pesquisa em Física no Brasil. A sua fundação reuniu pesquisadores nacionais e estrangeiros, que impulsionaram o desenvolvimento e a visibilidade dessas pesquisas no exterior. Isso foi possível devido à criação de um ambiente propício a vinda desses profissionais, tais como: boas condições de trabalho, salários condizentes, tempo de dedicação à pesquisa, laboratórios bem equipados, oportunidade de lecionar no idioma de origem, entre outros fatores. Na área de Física, a vinda do professor ítalo-russo Gleb Wataghin possibilitou o desenvolvimento de pesquisas nas áreas de raios cósmicos e partículas.

Para o seu funcionamento, a FFCL também contou com fortes investimentos da universidade em infraestrutura e equipamentos especializados, os quais, com a mobilização dos conhecimentos e da formação do corpo docente e técnico, puderam ser aprimorados para fins de desenvolvimentos das pesquisas. No caso das pesquisas em raios cósmicos, por exemplo, alguns aparelhos foram inteiramente construídos pelos pesquisadores, com a utilização da infraestrutura preexistente.

A fundação da USP, em especial da FFCL, foi motivada por um desejo de formar uma “elite intelectual” capaz de interferir nas diretrizes do Estado e de organizar, desenvolver e disseminar o conhecimento e a cultura superiores. Uma das formas de concretizar esse desejo foi através da formação de professores capacitados para atuar no ensino básico e no superior, e da adoção de políticas institucionais específicas para esse fim. Inclusive, alguns estudantes formados, posteriormente, se tornariam professores dessa mesma faculdade. Além disso, a

natureza de uma “elite intelectual”, distinta da elite econômica, permitiu com que se adotasse uma política de bolsas e inclusão de estudantes de mais baixa renda, a qual pode ser considerada parte, ainda que de forma incipiente, do início da democratização do acesso ao ensino superior.

Dessa forma, as políticas adotadas e os investimentos realizados para a fundação da FFCL consistiram em iniciativas com importantes repercussões no desenvolvimento da pesquisa e da educação científica no país. Estas medidas, portanto, podem servir de base de reflexão para manutenção e desenvolvimentos futuros destas áreas.

Referências

ACERVO IFUSP. **Primeiros anos da Universidade de São Paulo e da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) (1934 – 1939)**. Disponível em: <<http://acervo.if.usp.br/guia1> >. Acesso em: 16 fev. 2020.

FERREIRA, A. F. M. P. **A criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**: Um estudo sobre a formação de pesquisadores e professores de matemática e Física em São Paulo. Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de, São Paulo, 2009.

NADAI, E. **O Ensino de história e a criação do fato**. São Paulo: Editora Contexto, 1988.

PRADO, M. L. C. **A ideologia liberal de ‘O Estado de São Paulo’ (1932-1937)**. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, São Paulo, 1974.

SALMERON, R. A. Gleb Wataghin. *Estudos Avançados* **15(41)**, 219-228, 2001.

SILVA, L. V. S. Ciência e propaganda cultural italiana no Brasil: os contatos de Tullio Levi-Civita com a Missão Italiana da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. *Boletim Eletrônico da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, **9(2)**, 2016.

SKIDMORE, T. **Uma história do Brasil**. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário da Universidade de São Paulo: publicação da reitoria (1934-1935)**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1936.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário da Universidade de São Paulo (1936-1937)**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1938.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário da Universidade de São Paulo (1938-1939)**. São Paulo: Edição da Universidade de São Paulo, 1939.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário da Universidade de São Paulo (1940-1941)**. São Paulo: Edição da Universidade de São Paulo, 1942.

VIEIRA, C. L., VIDEIRA, A.A.P. História e historiografia da Física no Brasil. *Revista de História e Estudos Culturais*, **4(3)**, 1-27, 2007

O PAPEL DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO PLANEJAMENTO CURRICULAR: ELEMENTOS PARA A PRÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA

THE ROLE OF HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PLANNING: ELEMENTS FOR THE PRAXIS IN THE INITIAL TRAINING OF PHYSICS TEACHERS

Lisbeth L. Alvarado Guzmán¹, Jessica dos Reis Belíssimo², Roberto Nardi³

¹UNESP/Faculdade de Ciências/Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, lisbeth.alvarado@unesp.br

²UNESP/Faculdade de Ciências/Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, jessica.belissimo@unesp.br

³UNESP/Faculdade de Ciências/ Departamento de Educação, r.nardi@unesp.br

Resumo

Esta pesquisa busca identificar como licenciandos em situação de Estágio Curricular Supervisionado articulam no planejamento de suas aulas elementos da História e Filosofia da Ciência (HFC) no marco da relação teoria-prática na formação inicial de professores de Física. O planejamento é uma das atividades fundamentais a serem desenvolvidas na formação inicial de professores de Física, portanto, é importante considerar quais elementos da pesquisa são incorporados durante as ações pedagógicas em sala de aula. Os dados foram analisados de acordo com os referenciais teórico-metodológicos da Análise de Discurso Pechetiana, desenvolvida no Brasil por Orlandi e colaboradores (1999). Entre os resultados, se destaca o fato de que os licenciandos possuem uma aproximação com as teorias da Educação, enfatizando o papel das pesquisas acadêmicas na formação para a docência, entretanto, em alguns momentos, ainda apresentam ideias do senso comum sobre a utilização da HFC no Ensino de Física, o que mostra que há pouca apropriação dos resultados da linha de pesquisa sobre HFC no planejamento curricular.

Palavras-chave: Formação Inicial de Professores, História e Filosofia no Ensino de Física, Análise de Discurso, Planejamento.

Abstract

This research seeks to discuss some aspects of the theory-practice relationship in the initial training of physics teachers in a supervised curricular internship situation, and to identify how future teachers articulate elements of History and Philosophy of Science (HPS) in the planning of their classes. Planning is one of the fundamental activities to be developed in the initial training of physics teachers. Therefore, it is important to consider which elements of the research are incorporated during the pedagogical actions in the classroom. The data were analyzed according to the theoretical-methodological frameworks of Peuchetian Discourse Analysis, developed in Brazil by Orlandi and collaborators (1999). Among the results, the fact that the undergraduate students have an approximation with the theories of Education stands out, emphasizing the role of academic research in training for teaching. However, in some moments, they still present common sense ideas about the use of HPS in Physics

Education, which shows that there is little appropriation of the results of the line of research on HPS in curriculum planning.

Keywords: Initial Teacher Education, History and Philosophy in Physics teaching, Discourse Analysis, Planning.

Introdução

O planejamento curricular é uma das atividades mais importantes a serem desenvolvidas pelo professor de Física. Nesse processo se evidenciam escolhas, objetivos, metodologias e a maneira como o professor articula questões relacionadas à pesquisa, ensino e avaliação. Nessa perspectiva, o planejamento pode ser considerado um espaço privilegiado para a reflexão contínua do professor antes, durante e após suas atividades de regência, uma vez que possibilita que o futuro docente reflita criticamente sobre suas ações pedagógicas.

A História, Filosofia e Sociologia da Ciência têm mostrado importantes aportes no Ensino da Física em relação aos saberes dos estudantes, obstáculos epistemológicos, novas formas de organização curricular, Natureza da Ciência, questões CTSA, processos metacognitivos e reflexivos dos professores. Entretanto, apesar de tais discussões, esses aspectos raramente chegam à sala de aula, isto é, ocorre um distanciamento entre o que se é produzido nas universidades e o que chega na educação básica.

Sob tal contexto, a presente pesquisa foi desenvolvida segundo uma abordagem qualitativa, no sentido definido por Flick (2009), e teve como objetivo identificar como os futuros professores em situação de Estágio Curricular Supervisionado (ECS) consideram a História e Filosofia da Ciência (HFC) no planejamento de suas aulas, articulando elementos da relação teoria e prática, na perspectiva da formação inicial de professores de Física. A constituição do corpus da pesquisa ocorreu por meio do acompanhamento dos licenciandos nas disciplinas de ECS III e IV, etapas nas quais ocorreram o planejamento e execução das atividades, respectivamente. A fundamentação teórica e metodológica deste estudo foi embasada na Análise de Discurso de linha francesa e em autores nacionais e internacionais que estudam aspectos sobre a formação de professores e como a HFC é considerada na formação inicial.

As dificuldades da incorporação da História e Filosofia da Ciência na sala de aula e na formação inicial de professores de Física.

Em diferentes trabalhos que exploram a relação entre Ensino de Ciências e a HFC, observa-se uma série de dificuldades associadas à sua aplicação em sala de aula. Rozentalski (2018) traça essas problemáticas por meio de um breve levantamento histórico, que identifica os principais desafios e obstáculos relacionados com a inserção da HFC em sala de aula. Nesse levantamento, o autor discute alguns elementos trazidos por Forato, Martins e Pietrocola (2011) para superar tais desafios. Dentre eles estão: a escolha do conteúdo histórico de maneira que atenda os objetivos propostos, levando em consideração o contexto social; o tempo disponível para abordar tais conteúdos; o aprofundamento do tema, ou seja, estudar quais detalhes são importantes para a ação pedagógica proposta; o relativismo, isto é, deve existir parâmetros objetivos; a adequação dos trabalhos históricos para que se tornem mais didáticos, atrativos e compreensíveis aos alunos; e, por fim, a formação dos

professores, que é parte fundamental do processo, uma vez que o professor precisa possuir saberes que possibilitem sua ação pedagógica para superar esses obstáculos.

Nesta perspectiva, Boaro e Massoni (2018) discutem as principais dificuldades apresentadas por estagiários sobre a implementação de elementos da HFC em suas aulas:

Falta de tempo, falta de material adequado em epistemologia, pouca familiaridade e insegurança, defasagem quanto ao grau de apropriação dos conhecimentos epistemológicos, maior preocupação com conteúdo de Física [...], indicando um “não saber fazer” uma aula de Física epistemologicamente adequada. (BOARO; MASSONI, 2018, P. 129)

Desta maneira, levando em consideração as diferentes pesquisas que abordam o papel da HFC no ensino, pode-se dizer que, apesar de se tratar de um campo de estudo reconhecido no âmbito da pesquisa em Ensino de Ciências e na formação de professores, ainda apresenta problemas relacionados a sua implementação e incorporação na sala de aula em diferentes níveis, o que vai ao encontro de discussões realizadas por diferentes pesquisadores da área (NARDI; ALMEIDA, 2009).

Segundo Martins (2007), tanto na educação básica quanto na superior, existe um consenso sobre a importância da HFC na formação e no Ensino de Ciências. Todavia, os problemas quanto a sua implementação são sempre evidenciados pelos professores, isto é, a maioria dos docentes compreende a sua importância, mas enfrenta dificuldades ao incorporar os elementos da HFC como estratégias metodológicas na seleção e implementação de atividades para o ensino. Isso ocorre, principalmente, devido ao fato “de que há um abismo entre o valor atribuído à HFC e a sua utilização, com qualidade, como conteúdo e estratégia didática nas salas de aula do nível médio.” (MARTINS, 2007, p. 127)

Sendo assim, esta pesquisa procurou investigar os imaginários dos futuros professores de Física acerca da HFC no planejamento de sua ação pedagógica. Para tanto, foram analisados os planos de ensino e relatórios entregues por esses licenciandos ao final da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado (ECS) III e IV, buscando identificar em seus discursos uma articulação entre os elementos da HFC e a relação teoria-prática no planejamento.

A relação teoria-prática e o planejamento curricular

O trabalho docente se apoia em um repertório composto por uma variedade de saberes que se hierarquizam de diferentes modos. É possível que, em alguns casos, os saberes dos professores e dos licenciandos estejam fortemente influenciados pela ‘teoria’ (saberes das ciências da educação e outras referências similares), entretanto, em outros cenários, pode ocorrer o oposto, no caso de as concepções de ensino do professor se mostrarem orientadas de acordo com a “tradição pedagógica” ou saberes do senso comum (GAUTHIER, 1998, p.32). Tais concepções apresentam várias limitações, que acabam influenciando diretamente a prática docente.

Sendo assim, mostra-se importante discutir a relação teoria e prática na formação inicial de professores e, para tanto, se vislumbra no ECS um papel relevante, uma vez que, segundo Pimenta e Lima (2006), discutir essa relação durante o estágio possibilita aos futuros professores refletir criticamente sobre o conhecimento, o

trabalho docente e as instituições de ensino, de modo a compreender suas historicidades e limitações.

Entre os espaços favoráveis para o desenvolvimento da relação entre teoria e prática destaca-se o planejamento que, apesar de ser encarado por alguns como mera burocracia, na pesquisa em ensino e formação de professores ele é visto como um importante processo formativo no desenvolvimento de saberes docentes e identidade profissional. Uma vez que permite que o futuro professor articule seus conhecimentos científicos, didáticos e pedagógicos com a realidade escolar, promovendo uma reflexão mais ampla sobre o papel do ensino e da ciência, seu vínculo com o sujeito que se pretende formar e a sociedade em que essa formação ocorre.

O ato de planejar é sempre processo de reflexão, de tomada de decisão sobre a ação; processo de previsão de necessidades e racionalização de emprego de meios (materiais) e recursos (humanos) disponíveis, visando à concretização de objetivos, em prazos determinados e etapas definidas, a partir dos resultados das avaliações. (BAFFI, 2002, p. 2)

Assim, o planejamento, objeto de discussão desta comunicação, está relacionado com a ação pedagógica e a constante reflexão sobre a interação do professor, do conhecimento científico e dos alunos, longe da redução usual ao plano de ensino. A partir do planejamento, o professor reflete sobre sua formação enquanto docente, articulando os elementos teóricos de sua formação com as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula.

Constituição do Corpus da Pesquisa

O corpus dessa pesquisa foi constituído durante os ECS III e IV, disciplinas obrigatórias do último dos quatro anos do currículo de Licenciatura em Física de uma universidade pública. Dessas disciplinas deriva um projeto de extensão intitulado “O outro lado da Física”, constituído de minicursos de diversas partes da Física, no qual os alunos ministram aulas em duas unidades escolares, uma de ensino médio regular e outra de ensino de jovens e adultos. O projeto é dividido em dois momentos: o primeiro ocorre no ECS III, quando os licenciandos planejam as aulas, e o segundo ocorre no ECS IV, no qual os futuros professores as ministram. Nesta perspectiva, como instrumento de avaliação, ao final do ECS III, é solicitado que os estagiários elaborem o planejamento do curso, a ser ministrado no ECS IV. E, ao final da disciplina de ECS IV, é entregue um relatório com as reflexões desses licenciandos sobre a regência durante o curso.

O planejamento e as regências foram realizados por três duplas e um trio e foram divididos em módulos que abordaram os tópicos: Mecânica, Termologia, Óptica, Eletricidade e Magnetismo, Astronomia e Física Moderna e Contemporânea, os quais deveriam levar em consideração elementos de pesquisa no Ensino de Ciências, dentre elas: HFC, CTSA, Concepções Alternativas, Experimentação, Argumentação, entre outras. No total, nove licenciandos participaram das disciplinas de ECS III e IV. Entretanto, nesta pesquisa serão analisadas as formações imaginárias de cinco desses sujeitos, os quais ingressaram na graduação no mesmo ano.

Para a análise dos imaginários desses futuros professores foram utilizados elementos da Análise de Discurso Pechetiana (AD), desenvolvida no Brasil por Orlandi e colaboradores.

De acordo com Orlandi (1999), o imaginário na AD é denominado de formações imaginárias. Estas, segundo a AD, são manifestações que tem como base processos discursivos anteriores. Assim, o imaginário se manifesta, no processo discursivo, através de três mecanismos: de antecipação, relações de força e relações de sentido. Nesse aspecto, ao se colocar na posição de enunciador, o sujeito projeta, pela antecipação, uma representação do interlocutor, por meio da qual planeja sua estratégia discursiva. As relações de força dizem respeito ao lugar onde ele fala e ao lugar que ocupa o seu interlocutor, enquanto que as relações de sentido se refere ao fato de que cada discurso ocorre por remissão a outros já-ditos.

Ao relacionar essas noções de AD previamente discutidas com os referenciais teóricos que embasam a pesquisa (Formação Inicial de Professores e HFC) foi possível traçar um dispositivo analítico que orientou a análise dos discursos dos estudantes. Segundo Almeida e Sorpreso (2011, p. 94), construir um dispositivo analítico articulando a AD com os demais referenciais “implica interpelar, com essas noções, produções envolvendo diferentes tipos de discurso e analisar possíveis interpretações na leitura dessas produções”.

O imaginário dos licenciandos acerca da HFC no Ensino de Física

É importante esclarecer que os planejamentos e relatórios analisados tratam dos instrumentos de avaliação do ECS III e IV e, portanto, estão interpelados por relações de forças, sentidos e mecanismos de antecipação, uma vez que o licenciando busca, através de suas produções discursivas, satisfazer aquilo que ele acredita que seu interlocutor, neste caso o docente da disciplina, considera importante.

O primeiro planejamento analisado é relacionado ao tópico de Mecânica, desenvolvido por Bruna e Edson (nomes fictícios). No total, o planejamento contempla 6 horas-aula, organizadas em três encontros. Os conteúdos escolhidos para o planejamento foram: movimento retilíneo uniforme (MRU), movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) e as três leis de Newton.

A justificativa para fazer esta seleção foi:

O conteúdo foi escolhido para acompanhar o material didático e conteúdo programado utilizado nas instituições de ensino, de forma que desse continuidade ao tema seguinte para que houvesse uma linearidade/seqüência no conteúdo programático dos minicursos. (Bruna e Edson)

Durante o planejamento, os licenciandos se dedicam em trazer aspectos clássicos dos conceitos da Mecânica, visto que quase todas as aulas estão dedicadas a explicação de fórmulas e resolução matemática dos conteúdos, no planejamento eles trazem elementos relacionados à HFC:

[...] realizamos uma breve introdução histórica sobre o entendimento dos conceitos da física ao longo dos séculos (como por exemplo, para podermos explicar como surgiu a necessidade de se ter um sistema internacional de unidades de medida. Após a introdução sobre a história da ciência fez-se um questionamento aos alunos para verificar o que eles compreendiam sobre o que seria a Física. (Bruna)

Em seguida será exibido os estudos da Física (Projeto) no decorrer dos séculos contemplando assim a História da Física. (20 min). (Planejamento de Bruna e Edson)

É possível identificar na produção discursiva dos licenciandos que suas formações imaginárias se vinculam a uma visão da HFC como uma narrativa linear, apodíctica e anacrônica, tendo em vista que os mesmos em seus planejamentos apontam a intenção de mostrar os estudos da Física como uma linha temporal, sem se preocupar em evidenciar e contextualizar as influências sociais, políticas, econômicas na construção do Sistema Internacional de Unidades de Medida. Além disso, a breve introdução histórica parece ter uma função informativa, não atendendo os elementos discutidos no levantamento de Rozentalski (2018) como importantes para superar as principais problemáticas da utilização de HFC em sala de aula, ou seja, os discentes não escolheram os conteúdos históricos de maneira articulada aos objetivos da aula, levando em consideração o contexto social. Assim, a ação pedagógica ocorreu de forma segmentada, e os conteúdos de Física foram trabalhados em momentos particulares do ensino, separados da HFC.

O segundo planejamento analisado está relacionado com o tópico de Termologia, desenvolvido por Marcos, Fernando e Giovani (nomes fictícios). O planejamento contempla 6 horas-aula, divididas em três momentos. Os conteúdos escolhidos pelos estudantes foram: diferença entre calor e temperatura, calor específico e calor latente, trocas de calor, relações entre volume, pressão e temperatura. Como justificativas para tais escolhas, Fernando apresenta os seguintes argumentos:

Os tópicos foram escolhidos pela proximidade entre a física e o cotidiano, tentando motivar os alunos a compreender o assunto e se aprofundar nas perguntas, tirando possíveis dúvidas remanescentes das aulas. (Fernando)

Assim, no planejamento, esta decisão é contemplada pela seguinte estratégia de ensino:

A primeira aula de termodinâmica no CTI se iniciou como um coffee break, com café, gelo e refrigerante, uma caixa térmica, pipoca e salgadinhos. O principal intuito disso foi mostrar aos alunos que até mesmo em um simples lanche a termodinâmica está presente. Assim, foi possível abordar os conceitos de diferença entre calor e temperatura, formas de transmissão de calor, dilatação térmica, calor específico e calor latente que estavam relacionados a cada um dos itens presentes no coffee break realizado.

Durante a segunda aula foi aplicado um jogo de RPG desenvolvido para o tema de termodinâmica. O jogo se passa durante o século XIX, no contexto do trabalho em uma fábrica durante a revolução industrial. (Marcos, Fernando e Giovani)

No planejamento os licenciandos dedicaram duas das três aulas a trazer elementos da HFC por meio de discussões relacionadas com a Revolução Industrial e Máquinas Térmicas. Eles justificaram essa escolha com o seguinte discurso:

Esta aula visa se aproximar dos alunos de forma interdisciplinar, utilizando-se do contexto de revolução industrial como ponto de partida, através de uma contextualização histórica. Será explanado o conceito de dilatação dos gases, de forma conjunta com o experimento de bexigas e nitrogênio líquido (40 minutos), estes conceitos fundamentais para o entendimento e desenvolvimento das leis termodinâmicas que permitiram com que a revolução começasse na Inglaterra no século XVIII. (Planejamento de Marcos, Fernando e Giovani)

Na produção discursiva desses licenciandos é possível identificar que suas formações imaginárias acerca da HFC no ensino de Física vão ao encontro das

discussões promovidas pelas disciplinas do eixo pedagógico do curso, aproximando-se da ideia defendida por Matthews (1995), que foi um referencial estudado pelas disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física que antecedem o ECS III. Segundo Matthews (1995), a HFC tem a capacidade de promover um ensino “em” e “sobre” a Ciência; considerando o ensino “em” Ciência como sendo aquele em que se abordam os aspectos internos ao conhecimento científico e o conhecimento “sobre” Ciência, aquele que aborda seus aspectos externos. Por tanto, neste caso, a HFC é evidenciada como um elemento para fazer inovação na aula e mostrar relações CTSA, assim como a Ciência está ligada ao desenvolvimento social.

Considerações finais

Os resultados mostram que os licenciandos possuem uma aproximação com as teorias da Educação, enfatizando o papel da “teoria” na formação para a docência. Também é possível identificar o impacto das disciplinas do eixo pedagógico do curso na formação desses licenciandos, uma vez que, se não fossem essas condições, os imaginários desses alunos não mudariam, visto que o sujeito do discurso estabelece relações com suas condições reais de existência, o contexto. Conforme Pimenta e Lima (2006, p. 21), o estágio possibilita que ocorra durante o percurso da formação uma “relação entre os saberes teóricos e os saberes das práticas, garantindo, inclusive, que os alunos aprimorem suas escolhas de serem professores a partir do contato com as realidades de sua profissão.”

Observa-se que, apesar de conhecer a importância da utilização da HFC no ensino de Física, os alunos, em alguns momentos, apresentam limitações em suas ações docentes, trazendo em seus planejamentos ideias do senso comum, não considerando os resultados de pesquisas que estudam os elementos da HFC no Ensino de Ciências. Nesse sentido, o ECS é fundamental na relação teoria-prática, dado que propicia discussões que podem possibilitar aos futuros professores uma formação didático-pedagógica embasada em pesquisas acadêmicas da área, em busca de uma formação de professores reflexivos e críticos.

Finalmente, é possível identificar que nos casos em que foi feita referência à HFC no planejamento, ela é apresentada como um recurso teórico que agrega informações ou contextualiza o conhecimento científico a ser desenvolvido. Esse modo de conceber a HFC ignora seu papel como elemento metacognitivo na formação de professores, desconsiderando seu papel reflexivo sobre Experimentação, Natureza da Ciência, relações CTSA, entre outras. Sendo assim, torna-se fundamental repensar a utilização HFC no curso de formação inicial de professores como um elemento da prática de ensino, com o qual se pode pensar sobre o conteúdo (e fazer novas escolhas de conteúdo), a avaliação e os processos didáticos a serem desenvolvidos em sala de aula.

Referências

ALMEIDA, M. J. P. M.; SORPRESO, T. P. Dispositivo analítico para compreensão da leitura de diferentes tipos textuais: exemplos referentes à Física. **Pro-Posições**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 83-65, 2011.

BOARO, D. A.; MASSONI, N. T. O uso de Elementos da História e Filosofia da Ciência (HFC) em aulas de Física em uma disciplina de Estágio Supervisionado: alguns resultados de pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23,

n.3, p. 110-144, 2018.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Coleção Pesquisa Qualitativa. São Paulo: Editora Penso, 2009. 164p.

FORATO, T.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Trad. Francisco Pereira. Ijuí: Ed. Unijuí, 1998. 457p.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3: p. 164-214, 1995.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há Muitas Pedras Nesse Caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis v. 24, n. 1, p.112–131, 2007.

NARDI, R., ALMEIDA, M.J.P.M. Science Education research and its impact in the school science: last decades' in-service teachers' memories. In: ESERA 2009 Conference - European Science Education Research Association, **Proceedings**.... Istambul, Turquia, de 31 de agosto a 04 de setembro de 2009.

ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso: princípios e procedimentos**. Campinas: Pontes Editores, 1999, 100p.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. Estágio e docência: diferentes concepções. **Revista Poíesis**, v. 3, n. 3, p.5-24, 2006.

ROZENTALSKI, E. F. **Indo além da natureza da ciência: o filosofar sobre a química por meio da ética química**. 2018. 432 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-16072018-141205/pt-br.php>. Acesso em 26 jun. 2020.

A HISTÓRIA DA CIENTISTA BERTHA LUTZ PARA PROMOVER MAIOR ENGAJAMENTO DAS MENINAS COM AS CIÊNCIAS DA NATUREZA

SCIENTIST BERTHA LUTZ'S STORY TO PROMOTE BIGGER ENGAGEMENT OF GIRLS WITH NATURAL SCIENCES

Silvana Pavão T Papalardo¹, Fernanda Franzolin², Zaqueu Vieira Oliveira³

¹Universidade Federal do ABC/Mestranda em Ensino e História das Ciências e Matemática/silvana.papalardo@ufabc.edu.br

²Universidade Federal do ABC/Centro de Ciências Naturais e Humanas/fernanda.franzolin@ufabc.edu.br

³Universidade Federal do ABC/Pós-doutorando em Ensino e História das Ciências e Matemática/z.oliveira@ufabc.edu.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo investigar possibilidades de didatização da história da cientista Bertha Maria Júlia Lutz (1894-1976) com intuito principal de contribuir com referências historiográficas que possam promover maior engajamento das meninas com as ciências da natureza. Diversos estudos têm mostrado que a participação das mulheres torna a ciência mais inclusiva e abrangente. Essa é uma necessidade que a própria história e cultura tem reafirmado ao excluir as mulheres das carreiras científicas, seja por preconceitos ou estereótipos de gênero que contribuíram para a invisibilidade de grandes cientistas. Diante disso, como resultado, nosso estudo traz uma proposta de reflexão crítica e pedagógica sobre a carreira da Bertha Lutz. Lembramos, que são poucos os estudos que discutem sobre este tema, seja como referencial teórico para os professores ou como uma proposta didática de ensino. Em suma, propomos a abordagem de alguns episódios históricos sobre a sua carreira e suas contribuições na luta pelos direitos femininos. Também, discutiremos a metodologia usada para a reconstrução histórica e os aspectos pedagógicos que podem direcionar este estudo para futuras pesquisas.

Palavras-chave: História e ensino de ciências, Bertha Lutz, Mulheres na ciência.

Abstract

This work aims to investigate possibilities for teaching the history of the scientist Bertha Maria Júlia Lutz (1894-1976) with the main purpose of contributing historiographical references that can promote greater engagement of girls with the natural sciences. Several studies have shown that women's participation makes science more inclusive and comprehensive. This is a need that history and culture itself has reaffirmed by excluding women from scientific careers, whether due to prejudices or gender stereotypes that contributed to the invisibility of great scientists. Therefore, as a result, our study brings a proposal for critical and pedagogical

reflection on Bertha Lutz's career. Remember, there are few studies that portray on this theme, either as a theoretical framework for teachers or as a didactic teaching proposal. In short, we propose to address some historical episodes about her career and her contributions to the fight for women's rights. We will also discuss the methodology used for historical reconstruction and the pedagogical aspects that can direct this study for future research.

Keywords: History and Science Education, Bertha Lutz, Women in science.

Introdução

São vários os estudos que mostram as influências que os contextos sociais, culturais e políticos podem trazer para a construção do conhecimento científico. Estes contextos propiciam implicações que ao longo dos anos têm corroborado para um sistema social e educacional que excluiu as mulheres das carreiras científicas (UNESCO, 2018; LIMA, 2013; SARDENBERG, 2007). Entretanto, ao longo dos anos, têm sido fomentadas várias ações para lutar pelos direitos das mulheres em equidade de gênero, tais como: criação de organizações, mobilizações em congressos, e desenvolvimento de estudos pelas diversas linhas feministas (ALMEIDA, 2018, BRASIL, 2015). Porém, ainda há muito a se fazer diante dos desafios sociais, culturais e educacionais, para que de fato a participação das mulheres nas ciências seja significativa.

Visando fomentar exemplos da inserção feminina nas ciências, este estudo tem como objetivo investigar possibilidades de didatização da história da cientista Bertha Maria Júlia Lutz (1894-1976), para contribuir com referências historiográficas que motivem as meninas a um maior engajamento nas disciplinas de Física, Química e Biologia. Dessa forma, pode-se dar maior visibilidade à “atuação profissional, de uma líder feminista e sua projeção internacional que direcionaram sua carreira a reivindicar desde o início de seu ativismo os direitos à educação e profissionalização feminina” (SOMBRIO, 2014). Fatos históricos que tornam visível a trajetória mulher que contribuiu de maneira significativa para a construção da ciência com estudos em Biologia, Zoologia, Botânica, organização de museus e a atuação na política.

Entretanto, ainda que a participação das meninas seja baixa nas Ciências da Natureza estudos (AGRELLO; GARG, 2009; ALMEIDA, 2018; LIMA; BRAGA; TAVARES, 2015;), mostram que a participação feminina é mais alta nas Ciências Biológicas do que em outras áreas como na Física. Como exemplo disso, os dados (CNPq, 2015), sobre o percentual de bolsas-ano por sexo em 2014, evidenciam que a participação das mulheres em Ciências Biológicas foi de 61%, enquanto nas Ciências Exatas e da Terra foi de 35%. Uma diferença expressiva que mostra a relevância em se fomentar mais ações e políticas para maior crescimento feminino nessas áreas.

Segundo Agrello e Garg (2009), nos cursos de Física desde a entrada na graduação a porcentagem de mulheres não chega a 20%, e em relação aos homens é bem inferior passando dos 85%. Mesmo assim, quando matriculadas na graduação acabam desistindo já no decorrer do curso devido à diversos fatores como: sexo biológico, maternidade, pouco apoio da sociedade, extensivo empenho pessoal, entre outros (AGRELLO; GARG, 2009). Um contexto de exclusão significativo,

para refletir sobre as atitudes e comportamentos femininos que são observados desde a infância nas salas de aula de ciências. Tomemos como exemplo o fato de muitas meninas ao desenharem a figura de um cientista atribuírem a figura de um homem de óculos como Einstein e jamais a uma mulher. Certamente, esse simples fato já nos mostra que “é necessária uma mudança na percepção das meninas sobre os cientistas e sobre as mulheres como cientistas” (AGRELLO; GARG, 2009).

Segundo Almeida (2018), desde os anos iniciais do ensino fundamental em sua grande maioria as meninas mostram-se desinteressadas pelos temas científicos. Sejam em situações de ensino que desenvolvam temas “ditos de meninos” (temas de Física, colisões, força, etc.), discussões em grupo, manipulação dos equipamentos de laboratório, etc. Daí a necessidade, de que as situações em sala de aula desenvolvam uma educação científica mais inclusiva e abrangente com ações que estimulem a participação das meninas. Para isso, é fundamental que os professores além de desenvolverem estratégias de ensino diferenciadas, evitem atitudes sexistas, estereótipos e desigualdade de gênero (ALMEIDA, 2018; HEERDT, 2016; LETA, 2014; LOURO, 2003; ROSEMBERG, 2001).

Um retrato que tem se estendido ao longo da vida estudantil, seguindo para a profissional e acadêmica com os chamados tetos de vidro ou labirinto de cristal, que mostram as dificuldades das mulheres para se estabelecer em posição de liderança e nas carreiras científicas (AGRELLO; GARG, 2009; SAITOVITCH et al., 2015; SARDENBERG, 2007; LIMA, 2013). Por isso, dar maior visibilidade às cientistas femininas, suas dificuldades e méritos, suas experiências pessoais e acadêmicas podem mostrar uma ciência mais plural e heterogênea.” Contrariando a visão androcêntrica das ciências, mulheres precisam se sentir representadas nas ciências e tecnologia, e certamente, escrever sobre o seu passado é uma forma de tornar isso uma realidade” (FILHO; SILVA, 2019).

Um processo árduo que vem de longa data, reivindicando a desmistificação de uma ideia errônea que a ciência é exclusiva para homens (FILHO; SILVA, 2019), e que somente alguns “gênios isolados” (FORATO et al., 2011; MOURA, 2014), podem fazer ciência. Enfim, é um desafio muito grande propor trabalhos que visem “transformar a invisibilidade histórica das mulheres em visibilidade já que é uma questão de dar-lhes voz e, principalmente, de emancipá-las. De fato, ficar sem história é estar presa em um presente no qual as relações sociais de opressão parecem naturais e inevitáveis” (FILHO; SILVA, 2019). Além disso, esse trabalho também pode contribuir com a História e Filosofia da ciência (ROSA, 2007), já que visa apontar possibilidades para a didatização historiográfica da cientista Bertha Lutz.

Metodologia

Este trabalho envolveu como procedimento metodológico a Análise Documental. De acordo com a literatura (CARLOS, 2019; FORATO et al., 2011), para analisar documentos históricos é fundamental inicialmente ter uma reflexão sobre os objetivos do estudo. Por isso, para contribuir com referências historiográficas que possam promover maior engajamento das meninas com as ciências da natureza foram estudados os textos sugeridos na disciplina de Ensino e História das Ciências e Matemática proposta pelo Programa de Pós-graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática da UFABC. Essas referências iniciais trouxeram subsídios sobre a importância da História da Ciência e o ensino da Natureza da Ciência abranger a história das mulheres na Ciência.

Após as primeiras leituras sugeridas no curso, as referências sobre a carreira de Bertha Maria Lutz, mulheres nas ciências e a natureza da ciência foram encontrados com o auxílio da ferramenta de busca digital *Google Acadêmico*, em buscas na biblioteca eletrônica *ScieELO (Scientific Electronic Library Online)*, em Dissertações da Biblioteca UFABC e em Revistas acadêmicas (*Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*). Investigou-se nessas fontes elementos sobre a história da Bertha Lutz que pudessem ser utilizados para a didatização e que permitissem a compreensão da inserção das mulheres nas Ciências da natureza. Portanto, trata-se de uma análise documental secundária, já que as referências bibliográficas sobre a trajetória científica de Bertha Lutz são provenientes de artigos acadêmicos e dissertações e não fontes primárias.

Resultados

Aspectos Históricos

Estudos sobre gênero tem sido desenvolvido desde os anos 80 (KELLER, 2006; LOURO, 2003; SCHIEBINGER, 2001), e contribuído com ações políticas e educacionais para dar maior protagonismo e visibilidade às mulheres na ciência. De acordo com esses estudos alguns aspectos na construção científica são relevantes para compreender que distorções conceituais com uma certa tendência “sexista” ocorreram em muitas descrições técnicas devido a exclusividade do pensamento masculino na ciência (HEERDT, 2016; KELLER, 2006). São críticas relevantes que podem promover discussões construtivas sobre o fato “das mulheres pensarem e fazerem ciência de maneira distinguível dos homens, seja culturalmente ou biologicamente” (SCHIEBINGER, 2001).

Neste sentido, abordar a participação das mulheres na ciência pode contribuir para uma historiografia mais representativa e inclusiva (FILHO; SILVA, 2019). Ademais, o trajeto acadêmico da cientista Bertha Maria Júlia Lutz (1894-1976), tem potencial significativo para explorar a invisibilidade das mulheres, a luta pelos direitos políticos e sociais, o sexismo e a desigualdade de gênero (LOURO, 2003). Sendo assim, destacamos que a longa trajetória da cientista traz elementos potencializadores no ensino das Ciências da Natureza. Os dados históricos sobre sua carreira acadêmica e inserção na política são fatores relevantes para fomentar maiores discussões sobre o feminismo nas ciências em diferentes contextos sociais e educacionais.

Iniciamos a exploração historiográfica de Bertha Lutz, especificando que sua formação inicial foi em Ciências Naturais, nasceu em São Paulo, filha da enfermeira inglesa Amy Marie Gertrude Fowler e de Adolpho Lutz (1855-1940), o conhecido microbiologista suíço radicado no Brasil. Trabalhou no Museu Zoológico como tradutora de inglês, francês e alemão, no Instituto Oswaldo Cruz, de 1º de setembro de 1918 a 3 de setembro de 1919, quando assumiu, em 4 de setembro de 1919, o cargo de secretária no Museu Nacional, para o qual havia sido aprovada em concurso público (LOPES; SOUZA; SOMBRIO, 2004).

Em seus 46 anos de pesquisas científicas divididos entre o Museu Nacional do Rio de Janeiro e o Instituto Oswaldo Cruz, Bertha Lutz desenvolveu trabalhos em “zoologia e em botânica, tanto em laboratório quanto em campo, que ainda não foram analisadas em profundidade” (LOPES; SOUZA; SOMBRIO, 2004). Lembramos, que no início do século XX, era uma época em que a forte institucionalização da ciência

dificultava a participação das mulheres nas práticas científicas (SOMBRIO, 2014). Neste contexto, Bertha Lutz “conviveu em ambientes considerados majoritariamente masculinos, produzindo pesquisas e participando de comunidades científicas, estabelecendo relações de trabalho, integrando instituições e produzindo ciências” (SOMBRIO, 2014).

Além disso, segundo Lopes (2008), no que diz respeito a suas contribuições para os Museus o pensamento de Bertha Lutz pode ser resumido da seguinte maneira: “uma verdadeira e atualíssima provocação, um questionamento positivo aos estudos teórico-metodológicos da museologia, da educação em museus, dos estudos de público. É o mais insistente convite à necessária reflexão sobre as possibilidades analíticas que os museus oferecem aos historiadores em geral, aos historiadores das ciências, aos estudiosos de gênero, para nos ajudar a pensar o século XXI” (LOPES, 2008). Uma tendência que se consolidou depois de algumas décadas e que ainda hoje reflete a falta de ações e políticas públicas para a preservação dos Museus como espaço científico, cultural e educativo.

Com argumentos naturalistas que inundavam seus textos (LOPES; SOUZA; SOMBRIO, 2004), próprios de sua “experiência profissional articulados a situação funcional, fez um discurso no Plenário sobre a transmissão da Lepra associada ao mosquito indicado pelas pesquisas de seu pai, Adolpho Lutz, e sobre o combate à Malária no então Distrito Federal. Mesmo os “13 Princípios Básicos. Sugestões ao ante-Projecto da Constituição”, considera também as questões referentes aos monumentos naturais, à proteção da natureza e à conservação da flora e fauna do país” (LOPES et al., 2004; SOUZA et al., 2005).

Notamos, que a carreira científica de Bertha Lutz se articulou a uma atuação política ativa para a emancipação e educação feminina. Essa luta direcionou Bertha Lutz a fundar a liga pela Emancipação Intelectual da Mulher em 1919 (KARAWJCZYK, 2018), que a levaram a lutar e conquistar o direito pelo voto feminino. Sua carreira acadêmica ativa e seu envolvimento com a política corroborou para mudanças significativas na legislação trabalhista à frente da Federação Brasileira para o Progresso Feminino (KARAWJCZYK, 2018; LOPES et al., 2004; SOMBRIO, 2014). Como exemplo disso, algumas autoras (SOUZA et al., 2005), discutem que a cientista “mesclou” seus conhecimentos científicos a causas femininas.

Nesse sentido, alguns autores (LIMA; BRAGA; TAVARES, 2015), destacam que as carreiras científicas femininas foram fortemente influenciadas por obstáculos que a cultura científica foi impondo às mulheres, seja por desigualdades de gênero, “escolhas entre a maternidade e a produção científica, ou a oposição dos modelos de ser mulher e cientista (LOPES; SOUZA; SOMBRIO, 2004). Enfim, são muitas as contribuições de Bertha Lutz para a ciência, com discussões que desde a década de 1970, já se iniciavam entre as diversas linhas feministas impulsionando pesquisas a um novo tipo de crítica às ciências.

Aspectos Pedagógicos

O desenvolvimento da Ciência trouxe muitos avanços para a humanidade, com contribuições tanto no campo dos conhecimentos científicos, quanto à sua função social com o desenvolvimento de atitudes e valores (ALMEIDA, 2018). Suas contribuições mais específicas para a cidadania têm corroborado com soluções para problemas ambientais, educacionais, éticos, entre outros. Por isso, o grande desafio na renovação do ensino de ciências, tem sido contextualizar o ensino de ciências

como uma enculturação científica, numa prática epistemológica que articula a linguagem científica e a natureza da ciência (SANTOS, 2009; MOURA, 2016). Por isso, propiciar estratégias que desenvolvam, atitudes e valores entre meninos e meninas, em equidade de gênero (KAHLE, 1983; ALMEIDA, 2018), pode tornar a ciência mais abrangente e inclusiva.

Além disso, podem dar suporte aos professores para incluir discussões sobre a natureza da ciência e mostrar “a importância da História e da Filosofia das ciências para a formação científica de qualidade” (ROSA, 2007; MOURA, 2007). Segundo Matthews (1995), “o feminismo é um dos temas que seriam beneficiados pelo uso da filosofia das ciências em sala de aula, uma preocupação de professores que representa um grande desafio aos pressupostos do ensino de ciências e filosofia da ciência” (MATTHEWS, 1995). Estudos mostram que as mulheres não dão continuidade aos estudos em ciências devido aos obstáculos e dificuldades para o progresso nas carreiras científicas (ALMEIDA, 2018; AGRELLO; GARG, 2009; LAZZARINI et al., 2018; LIMA, 2013; LIMA et al., 2018).

Na História das ciências encontramos autores (MATTHEWS, 1995), discutindo sobre essa descontinuidade ser persistente por uma tendência machista na própria epistemologia da ciência ocidental. Portanto, dentre as diversas possibilidades pedagógicas para explorar, sugerimos que indagações sobre o que poderia ter levado a cientista Bertha Lutz a se envolver com a política feminina também são relevantes para o ensino. Certamente, surgirão possíveis hipóteses na sala de aula para serem discutidas com os alunos como: possíveis motivos que levaram a cientista a se envolver com a política, ou mesmo, se o percurso na política se deve pelos enfrentamentos e barreiras em sua carreira acadêmica.

A história de outras cientistas também podem “nos ajudar a refletir sobre ações políticas que tornam a ciência um ambiente mais convidativo para as mulheres” (FILHO; SILVA, 2019). Alguns autores (SAITOVITCH; FUNCHAL; BARBOSA; PINHO; SANTANA, 2015), tem abordado sobre a historiografia feminina na ciência e contribuído com suporte teórico para o professor. Como exemplo, citamos um artigo sobre “a física experimental sino-estadunidense Chien Shiung Wu, que é considerada uma das mais proeminentes cientistas do século XX na área de física nuclear, mas que sua historiografia ainda não foi explorada na história das ciências” (FILHO; SILVA, 2019). Certamente, são aspectos históricos extremamente ricos para explorar diversos aspectos pedagógicos como a motivação, a participação e o engajamento das meninas e que podem contribuir para desmistificar o sexismo na física (AGRELLO; GARG, 2009).

Enfim, são muitas as possibilidades ao usar a historiografia de cientistas como a de Bertha Lutz nas Ciências da Natureza. O exemplo de uma cientista que atuou na linha de frente para a emancipação da mulher e na luta pelo direito ao voto feminino mostra acentuadamente a força e superação feminina em diversos aspectos. “Permitem uma aproximação de sua carreira inicial de bióloga, de seus 46 anos de pesquisas científicas, repartidos entre o Museu Nacional do Rio de Janeiro e o Instituto Oswaldo Cruz, e a militância feminista na Federação Brasileira para o Progresso Feminino” (LOPES et al., 2004). Sua exemplaridade como cientista e política podem implicar em mudanças significativas nas atitudes e valores das meninas e meninos a respeito da ciência.

Como já discutimos, a ciência moderna é o resultado de muitos anos da exclusão feminina, portanto, um processo que exige profundas mudanças estruturais

na cultura, nos métodos e conteúdo da ciência (SCHIEBINGER, 2001). Utilizar estratégias como o uso da História da cientista Bertha Lutz em sala de aula é extremamente relevante no ensino das Ciências da Natureza, já que corrobora com argumentos para uma ciência mais inclusiva e dinâmica (MOURA, 2016). Ademais, nossos objetivos metodológicos e didáticos devem contribuir para “a superação do ‘mar da falta de significação’ que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam” (MATTHEWS, 1995).

Conclusões e considerações Finais

A partir dessa pesquisa, concluímos que aspectos históricos da vida de Bertha Lutz, associados à abordagem de elementos contextuais e culturais, podem fomentar aos alunos a visão da atuação da mulher no ensino de Ciências. Para tanto, sugerimos maior explanação da abordagem sobre sua carreira científica, sua inserção na ciência, o conhecimento do contexto em que convivia e a sua consequente atuação política. Além da cientista Bertha Lutz, sugerimos que o uso da historiografia de outras cientistas femininas como ferramenta didática. Alguns exemplos que podem promover discussões em sala de aula sobre o fazer ciência e gênero tem sido explorado por autoras (SAITOVITCH; FUNCHAL; BARBOSA; PINHO; SANTANA, 2015), que certamente não são visíveis na literatura escolar, são elas: Emmy Noether, Lise Meitner, Mary Lucy Cartwright, Elisa Frota Pessoa, Alice Maciel, Sonja Ashauer, entre outras.

Um tema relevante, na medida em que pode ser explorado por diversas áreas que contemplam dar visibilidade às mulheres nas carreiras científicas e de acordo com pesquisas (UNESCO, 2018; BRASIL, 2013), apenas 28% dos pesquisadores no mundo, são mulheres, e segundo Almeida (2018), correspondem a 45% do total de docentes nas universidades. Sabemos que os desafios são imensos, em especial para a inclusão da História das ciências nas salas de aula, já que o currículo na maioria das escolas se mostra fechado. Notamos que nos livros didáticos há uma grande ausência da abordagem da história das mulheres nas ciências, refletindo a invisibilidade existente sobre cientistas femininas. Porém, numa época em que as perspectivas no ensino passam por mudanças, propostas como as discutidas nesta pesquisa podem possibilitar aos alunos construir referências sobre a participação feminina da ciência.

Em suma, trazer uma proposta de ensino que aborde a História de cientistas femininas, pode ampliar as possibilidades para maior engajamento das meninas aos temas científicos. Ademais, “a identificação entre o pensamento científico e a masculinidade está tão profundamente enraizada na cultura em geral que as crianças têm pouca dificuldade em internalizá-lo. Eles crescem não só esperando que os cientistas sejam homens, mas também percebem os cientistas como mais “masculinos” do que outras profissões de homens por exemplo, aqueles dedicados à arte” (KELLER, 1991). Por isso, conhecer os méritos e dificuldades de cientistas femininas contribui para a desconstrução de ideias tradicionais que consideram as ciências uma prática exclusivamente masculina. Salientamos, que este é um estudo preliminar, portanto, sugerimos a sua continuidade com estudos documentais mais minuciosos sobre a carreira desta e de outras cientistas, seja como referencial teórico para o professor ou didatização de ensino.

Referências

- ALMEIDA, E. A. E. A percepção e o envolvimento das meninas com relação às ciências naturais e as atividades investigativas. Dissertação (Mestre em Educação) – Universidade Federal do ABC, 2018.
- AGRELLO., D. A; GARG., R., Mulheres na física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física.* v. 31, n. 1, p. 1305, 2009.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado. 1988.
- BRASIL. Plano Nacional de Políticas para as Mulheres. Brasília: Secretaria de Políticas para as Mulheres. 2013.
- CARLOS, R. A. Problematizações Históricas do Primeiro Congresso Brasileiro de Eugenia para o Ensino de Biologia. Dissertação (Mestre em Educação) - Universidade Federal do ABC, 2019.
- FILHO, A. M. M.; SILVA, I. L. A trajetória de Chien Shiung Wu e a sua contribuição à Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física,* V. 36, n.1. 135-157, abr. 2019.
- FORATO, C. M. T; PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis.* v. 28, n 1, p. 27-59, 2011.
- HEERDT, B.; Batista, I. L. Questões de gênero e da Natureza da Ciência na formação docente. *Investigações em Ensino de Ciências,* v.21, n.2, p. 30-51, 2016.
- JORNAL DA CIÊNCIA. Meninas na Ciência: Novos tempos e caminhos para as meninas na ciência SBPC Ano XXXIII, n. 783, 2019.
- KAHLE, J. B. *Girls in School: Women in Science.* National Association of Biology Teachers. National Science Foundation Washington, D.C. Oct, 1983.
- KARAWEJCZYK, M. O Feminismo em Boa Marcha no Brasil! Bertha Lutz e a conferência pelo Progresso Feminino. *Revista Estudos Feministas, Florianópolis,* v. 26, n. 2, p. 1-17, 2018.
- KELLER, E. F. *Reflexões sobre género y ciência.* Valencia: Ed. Alfons el Magnanim, 1991.
- _____. *Feminism and science.* In: KELLER, E.F.; LONGINO, H. E. (Org). *Feminism and Science.* Oxford: Oxford University Press, p. 28-40, 1996.
- _____. *Qual foi o impacto do feminismo na Ciência?* *Cadernos Pagu,* v.27, p.13-34, 2006.
- LAZZARINI, A. B; SAMPAIO, C. P; GONÇALVES, V. S.; NASCIMENTO, E. R. F; PEREIRA, F. M.V; FRANÇA, V. V. Mulheres na Ciência: papel da educação sem desigualdade de gênero. *Revista Ciência em Extensão.* v. 14, n. 2, p. 188-194, 2018.
- LIMA, B. S. O labirinto de cristal: as trajetórias das cientistas na Física. *Estudos Feministas,* v. 21, n. 3, p. 883-993, 2013.
- LIMA, B. S.; BRAGA, M. L. S.; TAVARES, I. Participação das mulheres nas ciências e tecnologias: entre espaços ocupados e lacunas. *Revista Gênero,* v.16, n.1, p.11-31, 2015.

LOPES, M.M; SOUZA, L; SOMBRIO, M. A construção da invisibilidade das mulheres nas ciências: a exemplaridade de Bertha Maria Júlia Lutz (1894-1976). *Revista Gênero*, v. 5, n, 1, p. 97-109, 2004.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

ROSA, K; MARTINS, M. C. M. A Inserção de História e Filosofia da Ciência no currículo de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia: Uma visão de professores universitários. *Investigações em Ensino de Ciências – V12(3)*, pp.321-337, 2007.

SAITOVITCH, E. M. B.; FUNCHAL, R. Z.; BARBOSA, M. C. B.; PINHO, S. T. R de.; SANTANA, A. E de. *Mulheres na Física: Casos históricos, panorama e perspectivas*. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

SARDENBERG, C. M. B. Da Crítica Feminista à Ciência a uma Ciência Feminista? *Labrys. Estudos Feministas*, v. 11, p. 45-80, 2007.

SCHIEBINGER, I. *O feminismo mudou a ciência?* tradução de Raul Fiker. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

SOMBRIO, M. M. O. *Em busca pelo campo: Ciências coleções, gênero e outras histórias sobre mulheres viajantes no Brasil em meados do século*, Tese (doutorado). Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas, 2014.

SOUZA, L. G. P.; SOMBRIO, M. M. O.; LOPES, M.M. Para ler Bertha Lutz. *Cadernos pagu* (24), pp.315-325, janeiro-junho de 2005.

UNESCO. *Decifrar o código: educação de meninas e mulheres em ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM)*. Brasília, 2018.

NOÇÕES DE ALUNOS A RESPEITO DO USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DE FÍSICA

STUDENTS' NOTIONS REGARDING THE USE OF COMPUTATIONAL SIMULATIONS OF HISTORICAL EXPERIMENTS FOR TEACHING PHYSICS

Márcia da Costa¹, Irinéa de Lourdes Batista²

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Química e Física/marciarscosta@hotmail.com

²Universidade Estadual de Londrina/Departamento de Física/irinea2009@gmail.com

Resumo

Pesquisas evidenciam que a História e Filosofia da Ciência, da mesma maneira que o estudo de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, aliados a recursos didáticos diversificados, podem promover um ensino contextualizado e atrativo, facilitando a Aprendizagem Significativa de conceitos científicos e uma compreensão adequada da natureza do conhecimento científico. Com base nesses argumentos este trabalho apresenta resultados de um projeto de pesquisa de doutorado que investigou a inserção de História e Filosofia da Ciência, Tópicos de Física Moderna Contemporânea e Softwares Educacionais, por meio da simulação computacional de experimentos históricos da Teoria Eletrofraca em uma oficina de pesquisa para alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Londrina. Os resultados aqui apresentados são referentes às noções dos estudantes a respeito do uso de simulações computacionais de experimentos históricos. Os dados foram obtidos por meio de questionários e diagramas de Gowin e analisados por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados apresentam indícios de retenção dos conteúdos relacionados aos experimentos simulados, bem como uma aceitação positiva das simulações computacionais de experimentos históricos, como recurso para o ensino de Física.

Palavras-chave: Teoria Eletrofraca, Experimentos Históricos, Simulação Computacional

Abstract

Research shows that the History and Philosophy of Science, in the same way as the study of topics of Modern and Contemporary Physics, combined with diversified teaching resources, can promote contextualized and attractive teaching, facilitating Meaningful Learning of scientific concepts and an adequate understanding of nature of scientific knowledge. Based on these arguments, this work presents the results of a doctoral research project that investigated the insertion of History and Philosophy of Science, Topics in Contemporary Modern Physics and Educational Software, by means of the computer simulation of historical experiments of the Electroweak Theory in a workshop of research for undergraduate students in Physics at the State University of Londrina. The results presented here refer to the students'

notions regarding the use of computer simulations of historical experiments. Data were obtained using questionnaires and Gowin diagrams and analyzed using Content Analysis. The results show evidence of retention of content related to the simulated experiments, as well as a positive acceptance of computational simulations of historical experiments, as a resource for teaching Physics.

Keywords: Electroweak Theory, Historical Experiments, Computer Simulation.

Experimentos Históricos para o Ensino de Física

A Experimentação e a História e Filosofia da Ciência são reconhecidas como abordagens que podem promover o estímulo, motivação, desafios e com isso aprimorar o ensino e aprendizagem de Ciências, especialmente na Física. Ambas as abordagens têm o mesmo objetivo: tornar as aulas de Ciências em ambientes que promovam a aprendizagem de Ciências de forma não mecânica, promovendo a argumentação e a participação dos alunos. Os experimentos históricos podem ser considerados como uma oportunidade para associar os benefícios da História da Ciência e das atividades experimentais em sala de aula (SOUZA; SILVA; ARAÚJO, 2014). Trata-se de uma abordagem que pode trazer uma compreensão mais detalhada do trabalho científico e dos conteúdos científicos em si (CHANG, 2011)

Por experimento histórico deve-se entender “toda e qualquer tentativa bem-sucedida em estabelecer um marco de referência conceitual e/ou metodológica na definição e/ou solução de um determinado problema específico” (RIBEIRO JUNIOR; CUNHA; LARANJEIRAS, 2012, p. 4602-1). Também pode ser interpretado como experiências que surgem a partir do estudo da Ciência do passado (CHANG, 2011).

Chang (2011) elenca possíveis tipologias de experimentos históricos. Existem dois tipos que podem se qualificar como “replicação” (reprodução, repetição, recriação ou reencenação). Um deles se preocupa com a reprodução mais fiel possível de um instrumento histórico, enquanto que o outro dá mais ênfase para a reprodução fiel dos fenômenos físicos alcançados pelo experimento. Além desses, Chang (2011) cita o caso da extensão do experimento, na qual o estudante age motivado pela curiosidade de testar novas hipóteses e pode chegar a novas conclusões.

No entanto, independente da tipologia adotada entende-se que as dificuldades de replicação real de um experimento histórico podem ser variadas, indo desde a falta de informações precisas nos documentos históricos, até a falta de recursos e técnicas utilizadas nos experimentos originais. Deste modo, para amenizar a falta de informações precisas em artigos é necessário que o investigador tenha acesso a várias fontes de informação, desde os artigos originais até fontes secundárias que possam apresentar detalhamentos, fotos ou quaisquer outros registros que possam auxiliar na elucidação de todo o procedimento experimental (CHANG, 2011).

Uma alternativa para resolver a falta de recursos e técnicas artesanais para confecção dos instrumentos experimentais é a simulação computacional do processo. Assim, se mantém a representação fidedigna do procedimento e, além do mais, acrescenta a possibilidade de que o recurso seja utilizado por vários estudantes ao mesmo tempo, em qualquer lugar, o que não seria possível com

replicações reais. Além disso, há a possibilidade de se elaborar as simulações considerando aspectos de teorias de aprendizagem para que se tornem recursos didáticos mais eficientes para a aprendizagem dos estudantes. Um exemplo é a Teoria de Aprendizagem Significativa, que sugere a consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes, organização sequencial, diferenciação progressiva, reconciliação integradora e consolidação dos conteúdos. Além do mais, recomenda instrumentos que podem facilitar esse tipo de aprendizagem, como a diversificação dos recursos didáticos, mapas conceituais e V de Gowin (AUSUBEL, 2003; GOWIN; ALVAREZ, 2005).

A literatura da área de Ensino de Ciências já aborda há anos possibilidades e limitações das simulações computacionais para o Ensino de Física. Dentre elas, para os experimentos históricos elas são úteis para representar fenômenos que seriam inviáveis de reprodução real em sala de aula. E além do mais, ao tratar de experimentos de Física Moderna que são caros e que na maioria das vezes não há possibilidade do contato dos alunos com os mesmos, as simulações computacionais permitem que os estudantes tenham acesso a manipulação virtual desses experimentos, dando a eles possibilidades de aprender testando suas hipóteses e refletindo a respeito dos resultados obtidos (MARTINS; FIOLEAIS; PAIVA, 2003).

Assim, esta pesquisa se concentrou na elaboração e investigação de uma abordagem didática que refletisse esses critérios. Dessa forma, foram elaboradas simulações computacionais de experimentos históricos da área de Física de Partículas, englobando na abordagem a História e Filosofia da Ciência, Física Moderna e Simulações Computacionais. Essas simulações foram inseridas em uma Abordagem Didática, proposta para alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Londrina – UEL, no estado do Paraná. Todo o processo de elaboração das simulações computacionais e da Abordagem Didática foi desenvolvido levando em consideração aspectos da Teoria de Aprendizagem Significativa.

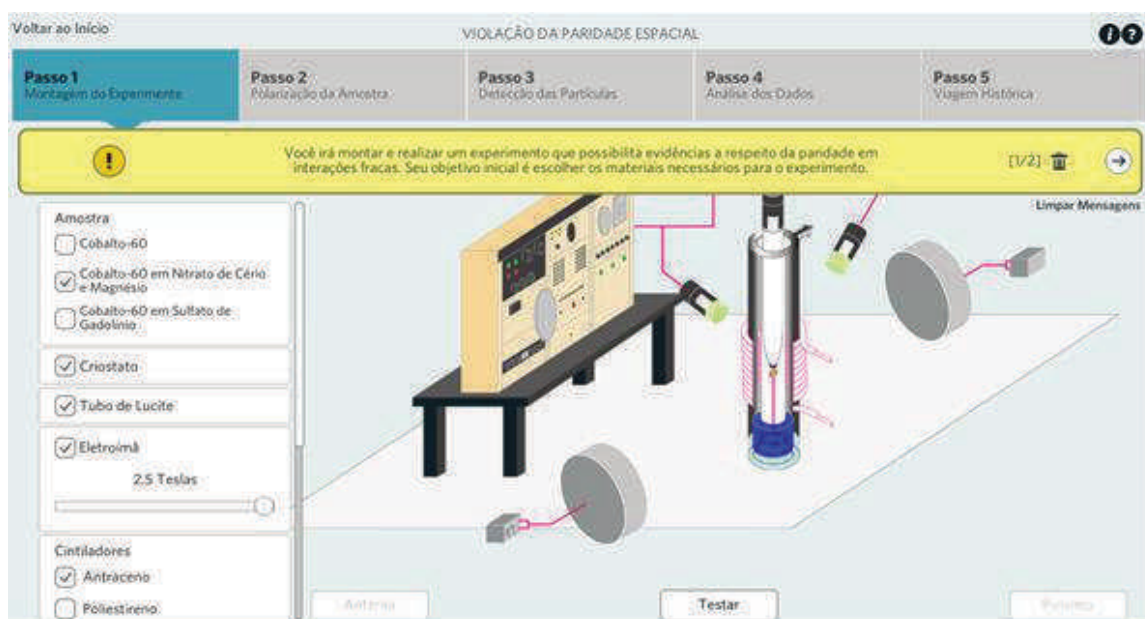
Neste trabalho são apresentados os resultados relacionados às noções dos estudantes em relação ao uso das simulações de experimentos históricos, bem como indícios de aprendizagem significativa encontrados nos questionários e diagramas de Gowin que podem ser relacionados ao uso dessas simulações.

Metodologia

Esta investigação caracteriza-se na perspectiva da pesquisa qualitativa de cunho interpretativo, conforme a caracterização de Bogdan e Biklen (1994). A aplicação da Abordagem Didática contou com a participação de nove estudantes, aqui nomeados como A1, A2, A3,... e A9. Ao todo, os alunos responderam 7 questões relacionadas à Natureza da Ciência, 11 relacionadas aos conteúdos científicos, 8 relacionadas às atividades envolvendo as simulações de experimentos históricos e 5 relacionadas a avaliação da abordagem didática, além de elaborarem 5 versões de diagramas de Gowin. No entanto, neste trabalho serão apresentados os dados referentes as 8 questões relacionadas ao uso das simulações computacionais de experimentos históricos elaboradas na pesquisa e os indícios que apareceram nos outros questionários e elaboração dos diagramas de Gowin que estejam relacionadas ao uso dessas simulações ou aos experimentos históricos. Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

Para contextualizar a interface das simulações será exposta uma imagem, da interface de um dos experimentos, e serão comentados seus principais elementos.

Figura 01: Representação geral das interfaces das simulações



Fonte: Costa (2019).

Todas as simulações são divididas em passos, condizentes com os procedimentos experimentais. Primeiro os estudantes montam o experimento e para isso possuem uma lista de materiais que podem, ou não, serem necessários para a montagem dos experimentos. Há uma explicação prévia sobre cada elemento quando o usuário passa o mouse por ele e antes dos alunos começarem a explorar as simulações é indicado que sejam fornecidos conhecimentos prévios que lhes permitam explorar o recurso de forma significativa. Na parte superior da interface são exibidas mensagens que orientam e notificam no caso de erros e acertos, servindo de guias e indicando o motivo de eventuais erros dos estudantes nos procedimentos experimentais. Ao final dos passos há uma aba relacionada aos fatos históricos dos experimentos simulados, na qual são exibidas imagens reais dos aparatos experimentais e etapas dos procedimentos experimentais, com isso os estudantes podem relacionar os acontecimentos históricos com as atividades que acabaram de desenvolver. A qualquer momento os estudantes podem retornar e realizar novamente alguma atividade, mas não podem pular passos. Isso garante que eles adquiram os conhecimentos prévios necessários para irem para as próximas etapas e possam testar hipóteses e tirar suas dúvidas antes de seguirem no desenvolvimento do experimento virtual.

Resultados

No quadro 01 são expostas as unidades de análise e o número de registros das mesmas para todas as questões.

Quadro 01: Dados referentes às noções dos alunos em relação ao uso de simulações de experimentos históricos.

1) Você gostaria de utilizar simulações como essas com mais frequência? Explique o motivo	
Unidades	Registros

UR1.1: Gostaria, pois ajuda a entender os experimentos históricos.	<i>“Sim, essas simulações me ajudam bastante a entender como os experimentos foram realizados no passado.”</i> (A1) A9, A6 – 03 registros
UR1.2: Usaria, são didáticas e acessíveis.	<i>“Sim, pois são didáticas.”</i> (A3) A7, A5 – 03 registros
UR1.3: Usaria, pois exemplificam processos experimentais.	<i>“Sim, devido sua eficiência em exemplificar os processos experimentais.”</i> (A8) A4, A2 – 03 registros
2) As mensagens exibidas nas simulações foram úteis para seu desempenho?	
Unidades	Registros
UR2.1: Foram úteis pois indicavam os erros	<i>“Sim, principalmente as de erros, elas ajudaram a chegar na montagem correta.”</i> (A9) A1, A8, A6, A2 – 05 registros
UR2.2: Foram úteis, serviram como guias	<i>“Sim, pois davam dicas e mostravam o caminho certo a seguir, o que facilitou muito.”</i> (A5) A4, A3, A7 – 04 registros
3) As simulações foram úteis para que você entendesse como o experimento histórico foi realizado?	
Unidades	Registros
UR3.1: Sim, uma ilustração gráfica complementa o texto.	<i>“Sim, na verdade muito útil. Pois, facilitou a visão do experimento. Deu “vida” à o que antes estava apenas em textos.”</i> (A8) A5, A1 – 03 registros
UR3.2: Ajudou a entender o experimento e as dificuldades.	<i>“Sim, elas mostram o processo do experimento e as dificuldades que surgem.”</i> (A6) A9, A4, A2, A7 – 05 registros
UR3.3: Cita a parte histórica.	<i>“Sim. Ao fim das simulações, as sessões de fotos ajudaram a explicitar a relação da simulação com experimento real.”</i> (A3) – 01 registro
4) As simulações ajudaram você entender o conteúdo que estava sendo discutido?	
Unidades	Registros
UR4.1: Sim, relaciona a parte teórica e experimental	<i>“Sim. Elas contribuíram explicando como foi desenvolvida a experiência, que por sua vez tem o intuito de verificar uma hipótese das teorias discutidas.”</i> (A4) A3, A8, A5- 04 registros.
UR4.2: Sim, ajudaram a entender o experimento.	<i>“Sim, as simulações contribuíram com a visualização dos experimentos.”</i> (A2) A9, A1, A6 – 04 registros
UR4.3: Contribuíram na aprendizagem.	<i>“Sim, elas contribuíram com minha aprendizagem notória. (A7) – 01 registro</i>
5) Comente o que mais lhe chamou atenção nas simulações utilizadas na Oficina de Pesquisa	
Unidades	Registros
UR5.1: O procedimento experimental	<i>“A montagem experimental.”</i> (A1) A8, A4 – 03 registros
UR5.2: As mensagens	<i>“As mensagens explicativas.”</i> (A2) A9 – 02 registros
UR5.3: A parte histórica	<i>“Fotos históricas do experimento real.”</i> (A6) A3, A7 – 03 registros
UR5.4: Interface gráfica	<i>“A interface gráfica muito bem feita.”</i> (A5)
6) Qual sua opinião a respeito de utilizar Simulações Computacionais de “Experimentos Históricos” no Ensino de Física?	
Unidades	Registros
UR6.1: Ajuda a resolver problemas de abstração e explicar fenômenos	<i>“Acho muito interessante, pois física é uma matéria muito abstrata para muitos alunos e os experimentos ajudam trazê-la para a realidade, e pelas simulações temos um jeito simples e rápido de apresentar os experimentos em sala.”</i> (A9) A7, A3 – 03 registros
UR6.2: Promove interação.	<i>“Deve ser usado com mais frequência pois ensina enquanto promove uma interação do aluno com um meio digital, tão presente no cotidiano atual.”</i> (A4) A5 – 02 registros
UR6.3: Útil quando não é possível utilizar o experimento real.	<i>“Uma opção interessante quando replicar o experimento não é rumo possibilidade.”</i> (A6) – 01 registro
UR6.4: Acesso rápido e fácil.	<i>“Pensando que estamos cada vez mais inseridos na tecnologia, as simulações chamam atenção para as pesquisas desenvolvidas e possibilitam que todos tenham acesso de maneira rápida e até fácil.”</i> (A2) – 01 registro
UR6.5: Interessante	<i>“Em uma primeira experiência me parece muito útil e interessante.”</i> (A5) A1 – 02 registros
7) Você teria interesse em conhecer / utilizar simulações computacionais de experimentos históricos relacionados a outros conteúdos de Física? Explique o motivo.	
Unidades	Registros

UR7.1: Sim, pois ajuda a entender teoria.	<i>“Com certeza. Assim como estas simulações me ajudaram a entender um pouco mais sobre a Teoria Eletrofraca, creio que possa ajudar a entender outras áreas da física.”</i> (A4) A9, A2 – 03 registros
UR7.2: Sim, pela relação dos experimentos com a História da Ciência.	<i>“Sim, eu com certeza gostaria de aprender mais sobre a história da física e fazer simulações dos experimentos realizados pelos grandes cientistas, pra melhor entender como eles pensavam e como eles chegaram as conclusões.”</i> (A1) A3, A8 – 03 registros
UR7.3: Por ser acessível e sem custo.	<i>“Sim, por ser mais acessível e sem custo.”</i> (A6) A5 – 02 registros
UR7.4: Sim, para utilizar em minhas práticas	<i>“Sim, para usar mais para frente em minha carreira como educador.”</i> (A7) – 01 registro

Fonte: as autoras.

A oitava questão estava relacionada à eventuais dificuldades ou confusões apresentadas na exploração das simulações. Por unanimidade os alunos responderam não ter tido nenhuma dificuldade na utilização das simulações.

Ao analisar os registros das unidades acima, percebe-se a aceitação dos alunos em relação a esse recurso, dada sua característica de ajudar a compreender experimentos históricos, ser eficiente na descrição de processos experimentais e ser didática (Questão 01). Isso está de acordo com o que a literatura já apresenta a respeito das simulações como um todo, são didáticas e por isso são atrativas em comparação com uma atividade de leitura, por exemplo. Além disso, as simulações conseguem representar processos experimentais que, por motivos variados, são de difícil execução em sala de aula (MARTINS; FIOLEAIS; PAIVA, 2003).

É possível perceber que as mensagens exibidas nas simulações foram significativas no processo de exploração das mesmas, à medida que os alunos acham que foram úteis, seja na correção dos erros ou para servir de guia na utilização das simulações (Questão 02). Isso sugere que as mensagens de erro cumprem um papel na aprendizagem dos alunos, quando se referem à aprendizagem pelos erros, na qual o ser humano aprende corrigindo seus erros.

Pelas respostas dos alunos nota-se que as simulações os ajudaram a entenderem o experimento (Questão 03). Três alunos consideram que as simulações complementam os textos, ilustram processos que são difíceis de imaginar apenas com a leitura. Cinco alunos entendem que as simulações ajudam a compreender o experimento como um todo, desde seu processo de execução até as possíveis dificuldades encontradas.

Em relação à questão 04 é possível perceber que a maioria dos alunos entende a contribuição das simulações associada a dois aspectos: a compreensão dos experimentos e a relação entre teoria e experimentação. Enquanto A7 afirma ter contribuído em sua aprendizagem, mas não explica como.

Quanto ao que chamou a atenção dos estudantes nas simulações, foram diversas as opiniões. Três alunos gostaram mais da parte experimental que foi simulada, outros três alunos indicaram a parte histórica das simulações, dois alunos citaram as mensagens contidas nos experimentos e a interação que isso proporcionou, pois, as simulações indicavam os erros e orientavam as tomadas de decisão

Os alunos expressaram diferentes justificativas, mas todos acreditam que esse tipo de simulação deveria estar presente nas salas de aula (Questão 06). A justificativa mais citada é o fato de promoverem o entendimento de fenômenos

físicos, que muitas vezes podem ser abstratos. Além disso, pode mostrar as dificuldades nos procedimentos experimentais. Dois alunos citaram a interação como uma justificativa para a inserção dessas simulações no ensino, argumento que a literatura apresenta como relevante para que os alunos se tornem ativos no processo de aprendizagem. Além disso, outras justificativas foram o acesso rápido, fácil e reprodução de experimentos que são inviáveis de reprodução real. Dois alunos disseram que seria interessante, mas não explicaram o motivo.

Todos os alunos gostariam de utilizar esse tipo de simulação novamente (Questão 07), seja para entender teorias, para obter uma relação entre os experimentos e a História da Ciência, por ser acessível e sem custo, por facilitar a exploração de experimentos que são difíceis ou inviáveis de montar e para utilizar na futura atuação profissional. As justificativas são variadas, mas percebe-se que as mais presentes estão relacionadas ao entendimento de teorias e à relação dos experimentos com a História da Ciência, sugerindo que esses fatores foram relevantes para eles e por isso gostariam de ter acesso a esse tipo de material novamente. Aliás, A3, A1 e A8 já tinham citado a parte experimental ou a parte histórica como fatores que mais lhe chamaram a atenção nas simulações. As outras justificativas estão relacionadas ao fácil acesso para utilização em sala de aula, na qual A9 reforça sua opinião a respeito do uso desse tipo de simulações, pois trata-se de uma maneira simples e rápida de apresentar os experimentos em sala. Enquanto A5 acredita que alguns experimentos são de difícil montagem e se perde tempo com isso, assim as simulações podem facilitar esse acesso.

Em relação aos outros questionários e elaboração dos diagramas de Gowin, vale ressaltar que em questões e diagramas que explicavam o processo de elaboração da Teoria Eletrofraca os 09 alunos citaram os experimentos simulados como partes relevantes para a consolidação da teoria, enquanto apenas 01 dos alunos citou um experimento que fazia parte do processo e não foi simulado computacionalmente. Isso sugere que o fato de interagir com as simulações dos experimentos permitiu que esses experimentos fossem lembrados com mais facilidade no momento de explicar o desenvolvimento da teoria.

Além disso, os alunos foram questionados, na avaliação da Abordagem Didática, quanto a sua opinião em relação ao uso de experimentos históricos no ensino de Física e percebe-se que a maioria dos alunos (seis) relaciona o uso de experimentos históricos a um melhor entendimento da Natureza da Ciência e dos conteúdos científicos. Eles entendem que o uso de experimentos históricos pode ajudar a entender como os cientistas pensavam, qual era o contexto da época em que o conhecimento científico foi desenvolvido, bem como mostrar casos que desmistificam a ideia de que o processo de elaboração de conhecimentos é um caminho somente de glórias, em que tudo ocorre como planejado. Isso está de acordo com o que Chang (2011) considera como objetivos dos experimentos históricos para fins educacionais, que é a compreensão da prática experimental, de acordo com a natureza do conhecimento científico, ao passo que pode ajudar os alunos a entenderem que o conhecimento científico não é elaborado de um dia para o outro e que, como uma atividade humana, está passível de erros e imprevistos em seu processo de desenvolvimento.

Os outros três alunos também acham relevante sua utilização em sala de aula. Vale registrar a resposta do aluno A1, que citou ser a primeira vez que entrava em contato com atividades que envolviam experimentos históricos, o que mostra sua

pouca utilização em sala de aula e sugere a necessidade de investigações científicas a respeito de suas potencialidades em sala de aula.

Considerações

No que diz respeito a simulação computacional dos experimentos históricos, considera-se positiva a impressão dos alunos em relação a essa maneira de abordagem da História da Ciência e da experimentação, uma vez que permitiram um melhor entendimento da Natureza da Ciência e dos conteúdos científicos, o que está de acordo com o objetivo dos experimentos históricos. Além do mais, registram que esse tipo de abordagem ajudou a entender como o experimento foi realizado e as dificuldades enfrentadas pelos cientistas, possibilitando uma visão realista do trabalho científico. Ainda em relação a esse aspecto, os alunos demonstraram interesse na parte histórica e prática do experimento e isso, assim como a predisposição ao uso das simulações, é um aliado para um ensino que visa a Aprendizagem Significativa.

Espera-se que este trabalho possa contribuir com outras investigações que compartilhem da mesma preocupação, no sentido de proporcionar resultados de pesquisas aplicadas, que evidenciem potencialidades e delimitações de propostas didáticas que envolvam o Ensino de Física por meio de História e Filosofia da Ciência e Teorias de Aprendizagem com ênfase construtivista.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução: TEODORO, V. D. Editora Plátano, 1 ed. 2003.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigações qualitativas em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- CHANG, H. How Historical Experiments Can Improve Scientific Knowledge and Science Education: The Cases of Boiling Water and Electrochemistry. **Science & Education**, v.20, p. 317–341, 2011.
- COSTA, M. **Experimentos Históricos em Ambiente Virtual: uma Abordagem Histórico-didática a Respeito da Teoria Eletrofraca para o Estudo de Física de Partículas no Ensino Superior**. 2019. 423 f. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.
- GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. A. **The art of educating with V diagrams**. Cambridge Universit Press, 2005.
- MARTINS, A. J.; FIOLEAIS, C.; PAIVA, J. Simulações on-line no ensino de Física e da Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.11, n. 2, 2003.
- RIBEIRO JUNIOR. L. A; CUNHA, M. F; LARANJEIRAS. C. C. Simulação de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Uma Abordagem Computacional das Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.
- SOUZA, R. S.; SILVA, A. P. B; ARAUJO, T. S. James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.36, n.3, 2014.

DISPOSITIVO ANALÍTICO PARA A CARACTERIZAÇÃO EPISTEMOLÓGICA DO “MISTICISMO QUÂNTICO”

ANALYTICAL DEVICE FOR THE EPISTEMOLOGICAL CHARACTERIZATION OF “QUANTUM MYSTICISM”

Daniel Pigozzo¹, Matheus Monteiro Nascimento², Nathan Willig Lima³

¹ UFRGS / Instituto de Física, daniel.pigozzo@ufrgs.br

² UFRGS / Instituto de Física, matheus.monteiro@ufrgs.br

³ UFRGS / Instituto de Física, nathan.lima@ufrgs.br

Resumo

Muitos discursos não científicos têm predominado na sociedade e, como pesquisadores da área de Ensino de Física, é importante entendermos esses fenômenos para pensar em estratégias que favoreçam formas adequadas de divulgação e educação científica. Para aprofundar os debates sobre o fenômeno conhecido como “misticismo quântico”, o presente artigo apresenta uma caracterização epistemológica com fundamentação teórica na visão de Max Jammer sobre a Tese da Interpretação Parcial. De modo complementar à caracterização, discutimos uma seleção de exemplos capazes de consolidar o entendimento das categorias epistemológicas propostas. Por fim, realizamos nossas considerações finais de modo a reforçar a relevância da proposta.

Palavras-chave: misticismo quântico, física quântica, epistemologia, tese da interpretação parcial.

Abstract

Many non-scientific discourses predominate in society and, as researchers in Physics Education, it is important to understand these phenomena in order to think of strategies that hold up to appropriate forms of scientific communication and scientific education. To amplify the debates about the phenomenon known as “quantum mysticism”, this article brings forward an epistemological characterization of this phenomenon theoretically based on the Max Jammer’s presentation for the Partial Interpretation Thesis. Complementary to the characterization, we discuss a selection of examples capable of consolidating the understanding of the proposed epistemological categories. In the end, we make our final considerations to reinforce the proposal’s relevancy.

Keywords: quantum mysticism, quantum physics, epistemology, partial interpretation thesis.

Introdução

Atualmente, há diversos fenômenos que mobilizam reações da comunidade acadêmica, como o terraplanismo, o geocentrismo, o movimento antivacina, entre outros; fenômenos que causam consequências concretas na sociedade e que

difícilmente se proliferariam sem a utilização de estratégias de desinformação e desonestidade intelectual. Para a comunidade da área de Física, há um fenômeno em especial que gera mobilização: o misticismo quântico, um fenômeno conhecido por correlacionar os fundamentos de Física Quântica (FQ) a conhecimentos alternativos, místicos ou esotéricos, de formas tão descuidadas quanto absurdas. Apesar de hoje em dia ser muito associado a um paradigma alternativo, e problemático, de saúde (termos e práticas de “saúde quântica” já são comuns em notícias e em nomes de eventos), o misticismo quântico ainda é especialmente associado a figuras como Fritjof Capra, Deepak Chopra e Amit Goswami.

O alcance e o merecimento da alcunha de “fenômeno” podem ser demonstrados pelas inúmeras reedições de livros como *“The tao of physics: an exploration of the parallels between modern physics and eastern mysticism”*¹ e pelo sucesso comercial de *“What the #\$*! do we know!?”*² e *“The secret”*³, dois produtos culturais que usam e abusam de ideias que permeiam as obras de Deepak Chopra e Amit Goswami, e até mesmo de Fred Alan Wolf, uma figura fortemente relacionada ao misticismo quântico na década de 1980.

Entretanto, estudos sugerem que ideias esotéricas, místicas e não ortodoxas estão presentes na gênese de diversas teorias científicas⁴. No caso da FQ, ideias assim teriam inspirado até mesmo os escritos de Wolfgang Pauli e Niels Bohr (BURWELL, 2018; MARIN, 2009; PAURA, 2018; SAITO, 2019). Mesmo sendo considerado um fenômeno longo, não há uma definição realmente bem elaborada de “misticismo quântico” e existem poucas tentativas de tentar delinear ou descrever o fenômeno de modo mais estruturado (PAURA, 2018; PESSOA JR., 2011).

O objetivo deste trabalho teórico é aprofundar as discussões filosóficas sobre o misticismo quântico com base na questão “como caracterizar epistemologicamente o misticismo quântico e as diversas ideias a ele associadas?”. Esse trabalho se justifica por explorar a circulação e divulgação dos fundamentos de FQ fora do âmbito acadêmico de forma que possam ser compreendidos e discutidos por docentes e discentes em reflexões sobre a construção, socialização e relevância cultural do conhecimento científico. Além disso, buscamos a possibilidade de contribuir com o aprofundamento das discussões sobre um dos problemas fundamentais da Epistemologia que o misticismo quântico traz à tona, o problema da demarcação, ou seja, a questão de como demarcar o que é conhecimento científico.

Referencial Teórico: Tese da Interpretação Parcial

No presente trabalho, valemo-nos da visão de Max Jammer (1974) sobre a Tese da Interpretação Parcial (TIP) que lida com a descrição dos elementos de uma teoria física. Na TIP, a descrição básica de uma teoria física (T) pode ser feita através de seus componentes descritivos:

¹ Livro escrito por Fritjof Capra e publicado originalmente em 1975 que já está em sua quinta edição em inglês (sem contar reimpressões) e em sua 28ª edição em português.

² Mais de US\$ 10 milhões de bilheteria desde a época de seu lançamento. Informação disponível em: <https://www.the-numbers.com/movie/Secret-The>. Acesso em 14 de fevereiro de 2020.

³ Mais de US\$ 300 milhões de lucro. Informação disponível em: https://www.forbes.com/2009/01/15/self-help-industry-ent-sales-cx_ml_0115selfhelp.html. Acesso em 14 de fevereiro de 2020.

⁴ Devido ao escopo do evento e ao limite de páginas, não elaboramos extensos comentários sobre a revisão de literatura que foi feita para fundamentar a discussão proposta, mas diversos dos trabalhos da literatura revisada são cuidadosamente referenciados durante o texto.

- “F” (ou “formalismo abstrato”) é o componente que representa a estrutura lógica de T e suas definições, leis e cálculos de caráter dedutivo organizados a partir de axiomas, sem pleno significado empírico e com termos descritivos não lógicos como, por exemplo, “átomo” e “vetor de estado” (JAMMER, 1974, p. 10).

- “R” (ou “regras de correspondência”) é o componente que correlaciona os termos não lógicos e as fórmulas abstratas de F com fenômenos observáveis, operações ou leis empíricas (JAMMER, 1974, p. 10).

- “I” (ou “interpretação”) é o conjunto de teses que se agregam à T sem impactar profundamente as previsões empíricas ou as explicações sobre resultados experimentais já adquiridos (JAMMER, 1974, p. 11). Se uma tese estabelece uma nova previsão experimental ou a necessidade de se alterar uma previsão, é possível afirmar que assim se configurou uma nova interpretação ou até mesmo uma nova teoria física (PESSOA JR., 2003, p. 4–5).

Proposta de um dispositivo analítico para a caracterização epistemológica do fenômeno cultural do misticismo quântico

Propomos caracterizar o fenômeno cultural do misticismo quântico em quatro categorias epistemológicas cujas definições são embasadas nos elementos descritivos de teorias físicas segundo a visão de Jammer para a TIP. Isto é, nossas categorias utilizam e amplificam, de modo rigoroso e focalizado, os conceitos e termos da TIP de forma a podermos utilizá-los para descrever não apenas uma teoria física, mas também o fenômeno cultural em questão e identificar o quanto os trabalhos relacionados a ele realmente se aproximam ou se distanciam da FQ. Na Figura 1, introduzimos as categorias pelo seu grau de distanciamento de uma teoria (física) original, da menor (1) à maior (4) possibilidade de distanciamento. A seguir, apresentamos cada uma delas com mais detalhes, justificando a possibilidade de distanciamento e explorando exemplificações.



Figura 1 - Graus de possibilidade de distanciamento de categorias da caracterização epistemológica.

Discussões filosóficas

As *discussões filosóficas* são aqueles trabalhos de filosofia especulativa ou análises teóricas sobre as origens, bases filosóficas e consequências empíricas dos componentes descritivos (F e R) e interpretações (I), mas sem alterá-los, apenas correlacionando-os ou construindo hipóteses sobre eles. Em discussões filosóficas, pode-se analisar, por exemplo, aproximações e distanciamentos entre as hipóteses da Interpretação de Copenhague e as teses de alguma visão filosófica específica, examinando o plano de fundo das teorias e buscando uma argumentação que apenas apresenta, sem alterações, os componentes da teoria. Pode-se, também, realizar análises mais sucintas e específicas de elementos de um domínio conceitual (de uma teoria física e/ou seus componentes) em termos de elementos de outro domínio conceitual com base em comparações e paralelismos. Essa categoria não

possui grande possibilidade de distanciamento da teoria original pelo seu baixíssimo poder de modificação de uma teoria física e seus componentes descritivos.

Um exemplo bastante pertinente é o livro “O tao da física: uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental” de Fritjof Capra (1989, originalmente publicado em 1975). Apesar de polêmica, a obra é bastante clara, e até humilde, no exercício intelectual no qual se debruça. Nas seções em que trata propriamente de fundamentos de FQ, há realmente um caráter didaticamente antiquado – apesar de praticamente inédito – e alguns raciocínios falhos, mas seus erros conceituais não são completamente infundados ou condenáveis se considerarmos o estado do conhecimento e da divulgação científica à época. O livro é dividido em três partes principais: uma análise do domínio conceitual da FQ, uma análise do domínio conceitual do que o autor chama de “misticismo oriental” e, por fim, como a síntese de um par tese-antítese, há a construção de paralelismos entre os dois domínios, caracterizando uma das possibilidades de análise que a categoria de *discussões filosóficas* descreve. Em sua proposta e execução, “O tao da física” é essencialmente um trabalho de filosofia especulativa e um convite para a elaboração de uma moldura filosófica capaz de comportar algumas das tantas inquietações que a FQ gera em seus pesquisadores (PIGOZZO; LIMA; NASCIMENTO, 2019).

Um exemplo adicional, apesar de mais atípico, é a produção literária de Sir Arthur Eddington na década de 1920, principalmente “*Space, time and gravitation*” (1958, originalmente publicado em 1920) e “*Science and the unseen world*” (1929). Seus livros, apesar de serem mais adequadamente descritos como livros didáticos ou de divulgação científica à moda da época, são caracterizados por pesquisadores como Marin (2009) e Paura (2018) – os quais associam Eddington, de maneira bastante significativa, à gênese do fenômeno cultural em questão – de formas que se enquadram excepcionalmente bem na categoria epistemológica de discussões filosóficas. Isto porque Eddington permeia seus livros com reflexões teóricas pouco ortodoxas, associando o “novo indeterminismo” da FQ ao livre arbítrio (uma associação autoral bastante conhecida), ou refletindo sobre um tipo de “conteúdo desconhecido” da realidade natural e do “mundo físico” que estaria relacionado à consciência humana. É necessário, entretanto, apontar que suas reflexões mais singulares são relativamente sucintas e não se estendem longamente em seus livros, ou seja, elas não representam acuradamente a totalidade do conteúdo de suas obras. Apesar disso, são reflexões escritas com a intenção de confrontar o leitor com elementos de filosofia especulativa e com menções às bases filosóficas do conhecimento científico com o qual está lidando.

Aplicações

As *aplicações* são essencialmente *utilizações* do formalismo abstrato (F) e das regras de correspondência (R), para tentar resolver problemas físicos reais ou para avaliar teses e hipóteses agregadas à teoria. Trabalhos que se configuram como *aplicações* buscam evitar alterações dos elementos da teoria física original, mas eventualmente podem propor resultados que não corroboram ou que não coincidem com teses, hipóteses ou previsões experimentais da teoria e, portanto, nessa categoria há uma possibilidade um pouco maior de distanciamento.

Como exemplo da categoria epistemológica de aplicações, podemos mencionar os trabalhos da parceria intelectual entre Roger Penrose e Stuart Hameroff. As hipóteses desses pesquisadores envolvem um modelo de “redução

objetiva” orquestrada (Orch OR, *orchestrated objective reduction*) que busca resolver, sem atribuir uma importância exagerada à existência de um observador, o problema da medição na FQ e envolvem, além disso, uma série de eventos físicos discretos que estariam relacionados à natureza material, biomolecular da consciência através de microtubos poliméricos estáveis com diâmetro na escala dos nanômetros e capazes de comportar fenômenos quânticos (HAMEROFF; PENROSE, 1996, 2014; PAURA, 2018). Na realidade, parte das ideias surgiram relativamente independentes na produção acadêmica e literária de Penrose dos anos de 1980 e 1990, enquanto contribuições de Hameroff ajudaram no melhor desenvolvimento de diversos dos argumentos biomoleculares (HAMEROFF, 2019; HAMEROFF; PENROSE, 2014; PAURA, 2018; PENROSE, 1991).

O que identificamos nas produções de Penrose e Hameroff é a busca pela resolução de problemas físicos reais (como a não atribuição de um papel determinante a um observador consciente no problema da medição e a atribuição de uma natureza biofísica à consciência) de forma coerente com o formalismo das teorias das quais eles se apropriam para discutir suas hipóteses e coerente também com outras propostas de arranjos experimentais. Como o conjunto de proposições que é, o modelo de Penrose e Hameroff se baseia em resultados experimentais já estabelecidos, mas tenta fazer novas previsões que, apesar das críticas e da falta de corroborações consistentes (GEORGIEV, 2007; PAURA, 2018; TEGMARK, 2000), ainda merecem reconhecimento pela formalidade de sua elaboração representando, como tentamos demonstrar, a base da categoria epistemológica de aplicações.

Interpretações

As *interpretações* (I), como já apresentadas, são os conjuntos de teses que se incorporam à teoria original sem impactar profundamente as previsões empíricas e que tentam explicar os significados de resultados experimentais com base nos componentes descritivos de T. As *interpretações* podem não se afastar de modo algum da teoria original assim como podem se distanciar em um grau considerável, dependendo do seu nível de fundamentação nos componentes descritivos da teoria física.

A categoria epistemológica de interpretações pode ser exemplificada, não de forma incontroversa, através da interpretação de Copenhagen. Mesmo sendo reconhecida como a interpretação ortodoxa dos fundamentos de FQ, por vezes deixando pouco espaço para o livre debate e para o efetivo crescimento de outras visões, a interpretação de Copenhagen não se consolidou sem causar polêmicas filosóficas que já foram associadas às ideias alternativas, místicas e esotéricas que contribuiriam com a gênese do misticismo quântico⁵. Albert Einstein acusava-a, por vezes, de proliferar concepções místicas e também uma forma de “filosofia reconfortante” para a comunidade científica (MARIN, 2009).

Apesar de nunca ter recebido uma formulação autocontida e bem delimitada de seu criador e grande divulgador, Niels Bohr, a interpretação de Copenhagen e o

⁵ Não defendemos que a interpretação de Copenhagen é uma manifestação do misticismo quântico, mas entendemos que uma análise de sua controversa história, que é pontualmente associada ao fenômeno por outros estudos (BURWELL, 2018; MARIN, 2009; PAURA, 2018), contribui com o entendimento da categoria epistemológica que propomos.

princípio da complementaridade⁶ se proliferaram inicialmente através de transcrições de palestras do físico dinamarquês e de seus artigos de caráter filosófico (BOHR, 1928, 1935, 1995). Posteriormente, a interpretação de Copenhague recebeu sólidas contribuições de diversos indivíduos como Werner Heisenberg, Born, Jordan e Dirac. Entretanto, é notório também que, no que tange Bohr e seus contribuidores mais próximos, quanto mais expandiam e extrapolavam o conceito de complementaridade, mais se aproximavam de diferentes domínios conceituais e cosmovisões filosóficas que nem sempre se integravam facilmente à Física (BOHR, 1995; JAMMER, 1974); fato que pode ter levado estudiosos como Marin (2009) e Paura (2018) a mencionar as polêmicas que a interpretação de Copenhague causou, associando-as parcialmente à gênese de ideias do misticismo quântico.

Teorias alternativas

Na categoria com maior possibilidade de distanciamento da teoria original, estão as *teorias alternativas*, referindo-se a quaisquer conjuntos de formalismos abstratos (F), regras de correspondência (R) e/ou interpretações (I) que preveem novos resultados experimentais ou que explicam tais resultados mobilizando diferentes significados. Muitas vezes, as *teorias alternativas* estão relacionadas a interpretações “modificantes” que causam alterações ou omissões dos componentes da teoria original, o que justifica sua maior possibilidade de distanciamento.

Um exemplo dessa categoria é o par livro-filme “*The secret*”, ou “O segredo”, em português. O filme é uma produção de Drew Heriot, Paul Harrington e Rhonda Byrne enquanto o livro é creditado apenas à Rhonda Byrne. Ambos são baseados na “lei da atração”, uma crença do Movimento Novo Pensamento, e basicamente buscam demonstrar a pertinência, ou até a suposta veracidade, de afirmações metafísicas sobre pensamentos positivos e negativos. Isto é, *The secret* (BYRNE, 2006) é integralmente baseado em uma forma de teoria alternativa – e aqui, usamos “alternativa” em um duplo sentido, não apenas como uma variação não ortodoxa de ideias filosóficas, mas também como a aceitação de propriedades obscuras sem explicações empíricas ou racionais em ações humanas e na natureza em geral.

Epistemologicamente, uma das principais razões para caracterizar *The secret* e obras semelhantes como *teorias alternativas* é devido ao fato de tentarem criar previsões empíricas que a FQ não faz e que nunca possuiu o instrumental teórico para fazer. Afirmações sobre como os pensamentos positivos podem alterar a realidade de forma direta e concreta demonstram que algumas teorias alternativas do misticismo quântico fazem previsões que não poderíamos derivar do formalismo de Dirac-von Neumann ou de qualquer outro elemento teórico da FQ.

Considerações finais

Neste trabalho, buscamos apresentar algumas reflexões que podem favorecer a compreensão dos processos de circulação e divulgação de conhecimentos científicos, especificamente da Física Quântica (FQ), e que podem ajudar a construir uma sociedade mais crítica e mais bem preparada para lidar com

⁶ Um princípio que é amplamente associado à interpretação de Copenhague, apesar de existirem discussões sobre possíveis incompatibilidades entre ambos (GOMATAM, 2007), e que, neste trabalho, entendemos como uma “versão forte” da concepção de dualidade onda-partícula, assim como Pessoa Jr. (1997) o descreve.

fenômenos como o misticismo quântico. Discussões epistemológicas, especialmente aquelas que se aprofundam nos fundamentos de FQ, podem contribuir para um maior entendimento de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em geral; algo que acreditamos ter um valor pedagógico inigualável.

Quanto ao dispositivo analítico apresentado, sua utilidade pode ser demonstrada, para além das exemplificações, em análises mais gerais. Por exemplo, os famosos debates filosóficos entre 1920 e 1960 entre os grandes cientistas da época devem ser descritos, em nossa proposta, apenas como discussões filosóficas, aplicações ou interpretações da Física Quântica e, se de alguma forma tentarmos relacioná-los ao misticismo quântico, deve ser somente de forma tangencial. Isto é, defendemos que análises sobre as ideias e os debates formais que estão na gênese da Física Quântica não devem ser profundamente associadas ao misticismo quântico, ou pelo menos não às manifestações atuais desse fenômeno cultural. Considerando isso, nossas reflexões apresentadas na descrição das categorias epistemológicas podem ajudar a diferenciar *interpretações acadêmicas*, como a Interpretação de Copenhagen, de *teorias alternativas*, como as da obra *The secret*, através do instrumentário teórico-conceitual da visão de Max Jammer sobre a Tese da Interpretação Parcial.

Defendemos que discussões que estavam na gênese da Física Quântica e que foram muito importantes para seu desenvolvimento, como a consideração de um papel da consciência em um sistema quântico, não podem ser associadas direta e ingenuamente a premissas do misticismo quântico. Acreditamos que nosso trabalho demonstra que os indivíduos e as discussões do início do século XX, mesmo que possam ser considerados como imersos em concepções minimamente alternativas e excêntricas, não compartilham características significativas com as teorias alternativas que tanto associamos ao fenômeno em questão. O que efetivamente deve ser associado ao misticismo quântico devem ser as obras que, por conclusão de análise, representam uma completa reestruturação ou substituição das bases da teoria científica a qual se referem e que construam comparações tão dispersas quanto descuidadas; obras as quais poderíamos classificar como teorias alternativas e que não devem ser confundidas com discussões filosóficas legítimas que não compartilham das mesmas características.

Referências

BOHR, N. The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory. **Nature**, v. 121, n. 3050, p. 580–590, 1928.

BOHR, N. Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete? **Physical Review**, v. 48, n. 8, p. 696–702, 1935.

BOHR, N. **Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

BURWELL, J. **Quantum language and the migration of scientific concepts**. Cambridge: The MIT Press, 2018.

BYRNE, R. **The secret**. New York: Atria Books, 2006.

CAPRA, F. **O tao da física: uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. Lisboa: Editorial Presença, 1989.

EDDINGTON, A. **Science and the unseen world**. London: Allen & Unwin, 1929.

EDDINGTON, A. **Space, time, and gravitation: an outline of the general relativity theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

GEORGIEV, D. D. Falsifications on Hameroff-Penrose Orch OR model of consciousness and novel avenues for development of quantum mind theory. **NeuroQuantology**, v. 5, n. 1, p. 145–174, 2007.

GOMATAM, R. Niels Bohr's Interpretation and the Copenhagen Interpretation—Are the Two Incompatible? **Philosophy of Science**, v. 74, n. 5, p. 736–748, 2007.

HAMEROFF, S. Consciousness and Quantum State Reduction—Which Comes First? **Activitas Nervosa Superior**, v. 61, n. 1–2, p. 31–40, 2019.

HAMEROFF, S.; PENROSE, R. Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 40, n. 3–4, p. 453–480, 1996.

HAMEROFF, S.; PENROSE, R. Consciousness in the universe: A review of the “Orch OR” theory. **Physics of Life Reviews**, v. 11, n. 1, p. 39–78, 2014.

JAMMER, M. **The philosophy of Quantum Mechanics: the interpretations of quantum mechanics in historical perspective**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1974.

MARIN, J. M. “Mysticism” in quantum mechanics: The forgotten controversy. **European Journal of Physics**, v. 30, n. 4, p. 807–822, 2009.

PAURA, R. I quattro stagioni del misticismo quantistico. **Scienza&Filosofia**, n. 20, 2018.

PENROSE, R. **The emperor's new mind: concerning computers, minds, and the laws of physics**. New York: Penguin Books, 1991.

PESSOA JR., O. Interferometria, Interpretação e Intuição: uma Introdução Conceitual à Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 27–48, 1997.

PESSOA JR., O. **Conceitos de Física Quântica: Volume 1**. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

PESSOA JR., O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE JR., O. et al. (Eds.) **Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais**. São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 281–302.

PIGOZZO, D.; LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. A filosofia sistêmica de Fritjof Capra: Um olhar ecológico para a Física e para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 704-734, 2019.

SAITO, M. T. **A gênese e o desenvolvimento da relação entre Física Quântica e misticismo e suas contribuições para o Ensino de Ciências**. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

TEGMARK, M. Importance of quantum decoherence in brain processes. **Physical Review E**, v. 61, n. 4, p. 4194–4206, 2000.

TECENDO ELEMENTOS SOCIAIS DA CIÊNCIA A PARTIR DE GRUPOS COLABORATIVOS: MÁQUINAS A VAPOR

WEAVING SOCIAL ELEMENTS OF SCIENCE THROUGH COLLABORATIVE GROUPS: STEAM ENGINES

Shaiane S. de Oliveira¹, Marlon C. Alcantara², Barbara Taroco Marocco³, Bruno Gonçalves⁴

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora / IF Sudeste MG, shaiane.soliveira@hotmail.com

² IF Sudeste MG, Núcleo de Física, campus Juiz de Fora, marlon.alcantara@ifsudestemg.edu.br

³ IF Sudeste MG, campus Juiz de Fora, barbara3marocco@gmail.com

⁴ IF Sudeste MG, Laboratório de Inovação Tecnológica, campus Juiz de Fora, bruno.goncalves@ifsudestemg.edu.br

Resumo

Neste trabalho descrevemos uma atividade de construção de redes históricas proposta para alunos do ensino médio, a partir de grupos colaborativos. O projeto está centrado na temática do desenvolvimento das máquinas a vapor entre os séculos XVIII e XIX. Neste processo, os alunos são imersos em um projeto de pesquisa histórica e possuem como o foco a montagem de redes ego, de cinco personalidades (Atores) envolvidas direta ou indiretamente com o desenvolvimento das máquinas a vapor. Após um período de pesquisa, os alunos, mediados pelo professor, participam de uma atividade de construção de Redes Históricas compostas por atores humanos e não humanos. Também, é feita a análise do produto final (Rede Histórica) a partir das propriedades da área de Análise de Redes Sociais. Nesse sentido, mostraremos como esta atividade de aprendizado colaborativo, pode revelar as impressões dos alunos sobre diversos aspectos relativos à ciência, sobretudo os aspectos sociais e culturais.

Palavras-chave: Redes Históricas, Natureza da Ciência, Grupos Colaborativos, História da Ciência, Ensino de Física.

Abstract

In this paper, we describe the activity of the creation of historical networks proposed for high school students, from collaborative learning groups. The project is centred on the theme of the development of steam engines between the 18th and 19th centuries. In this process, students are immersed in a historical research project and focus on setting up ego networks of five personalities (Actors) involved directly or indirectly with the development of steam engines. After research period, the students, mediated by the teacher, participate in an activity of the creation of Historical Networks composed of human and non-human actors. The final product is also analyzed (Historical Network) based on the properties of the Social Network Analysis field. In this sense, we will show how this collaborative learning activity can reveal students' impressions about several aspects related to science, especially the social and cultural aspects.

Keywords: Historical Networks, Nature of Science, Collaborative groups, History of Science, Physics Teaching.

Introdução

Imersos em um movimento educacional voltado para as metodologias ativas, podemos iniciar esse trabalho com a seguinte reflexão: como área de História e Filosofia da Ciência no Ensino tem se envolvido nesse movimento? Não é nossa pretensão neste trabalho fazer uma discussão profunda sobre esse processo. No entanto, questionamentos dessa natureza já podem ser observados na literatura. Em Nouri, McComas e Aponte-Martinez (2019, p. 369) os autores afirmam que: “com poucas exceções, as estratégias instrucionais relatadas na literatura apontam para um movimento em direção ao aprendizado ativo que mergulha os alunos na História da Ciência ao experimentar sua evolução”. Conectado a isso Paris (apud OSBORNE; SIMON e COLLINS, 2010) argumenta que os “ingredientes essenciais da motivação são: as oportunidades para escolher, desafiar, a colaboração, e o controle sobre o ritmo e a natureza do aprendizado”.

Ao se pensar o ensino de ciências e suas relações e implicações para o mundo contemporâneo, podemos perceber, assim como Ryder (2001), que muito do conhecimento da ciência relevante para as pessoas, se trata do conhecimento sobre a ciência, e não somente do próprio conhecimento científico. Recomendações como esta podem ser observadas na literatura relativa à Natureza da Ciência (NDC), como em Abd-El-Khalick e Lederman (2000), Irzik e Nola (2011), Allchin (2011), Martins (2015), entre outros.

Neste trabalho mostraremos como uma atividade didática centrada na história das máquinas a vapor nos séculos XVIII e XIX foi desenvolvida, visando colocar em evidência as conexões entre os atores humanos, e também, trazendo para o debate as relações entre os atores humanos e os não humanos, a partir da Criação de Redes Históricas (ALCANTARA; BRAGA e VAN DEN HEUVEL, 2020).

Redes Históricas

A Análise de Redes Sociais (ARS) vem a cada dia se tornando uma área de pesquisa importante para a compreensão de fenômenos compostos por muitos dados e demasiadas conexões. Suas aplicações são encontradas nos mais variados campos do conhecimento como, por exemplo, na Biologia, na Economia, na Sociologia, na História e atualmente dão seus primeiros passos na Educação em Ciências (KOPONEN e MÄNTYLÄ, 2020). Segundo Schich e seus colaboradores (2014), uma rede social permite a compreensão de diversos processos da dinâmica populacional como, disseminação de doenças, circulação de conhecimentos e artefatos e até mesmo o gerenciamento dos meios de transporte e de redes de distribuição de energia. Neste trabalho apresentamos uma atividade relacionada à construção e análise de uma rede histórica, como uma vertente da Rede Social.

Uma rede é basicamente a representação da correlação entre objetos e entidades (AHNERT, 2016). Em uma Rede Social chamamos de “Nós” os atores (humanos ou não humanos), e denominamos “Laços”, o caminho que liga um ator ao outro. Ao se trabalhar com a perspectiva da ARS podemos observar quem são os atores mais conectados, os atores que conectam grupos diferentes, assim como, os que estão aparentemente isolados.

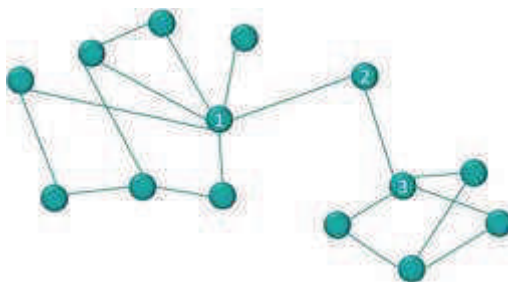


Figura 1- Exemplo de Rede.

Fonte: Os autores (2020)

A Figura (1) representa um exemplo de rede que contém vários Nós e Laços. Os Nós que concentram grande número de conexões, são chamados de “Hubs”, como é o caso dos Nós 1 e 3. Se estivéssemos tratando de uma rede de circulação de conhecimento, os indivíduos 1 e 3 seriam os principais responsáveis por disseminar informações dentro de suas micro redes (WATTS, 2009). Outro Nó importante para essa rede é o número 2. Apesar de possuir poucos Laços, o Nó 2 é o único caminho que liga diferentes grupos “Clusters”. O papel do ator 2 como “Laço Fraco”, foi investigado por Granovetter (1973) como sendo o responsável por transmitir informações entre grupos diferentes. Os elementos da ARS citados neste trabalho servem de base para análise de sistemas complexos e auxiliam na sua compreensão.

Para o ensino de ciências, a construção e análise de uma rede histórica científica, permite ao aluno a oportunidade de observar a ciência de uma maneira mais complexa. Colocando em evidência fatores que muitas vezes são entendidos como externos à ciência. Dessa forma, entendemos que a visualização em rede é capaz de fornecer para os instrumentos científicos, artefatos, experimentos, cidades e sociedades científicas, a contextualização e o destaque, que muitas vezes um texto acadêmico de narrativa linear não consegue fornecer (Bearman, Moody e Faris, 2003). Salientamos também, que o processo de criação de redes pelos alunos, quando imersos em um projeto investigativo, é capaz de promover o desenvolvimento da habilidade de pesquisa e da análise crítica do objeto de estudo. Pois, neste tipo de atividade, os alunos precisam procurar por diversas fontes e definir quais são confiáveis e relevantes dentro do recorte histórico.

Metodologia

Este trabalho foi realizado em uma escola da rede pública federal, e teve como participantes alunos do Segundo Ano do Ensino Técnico integrado ao Ensino Médio. O desenvolvimento do trabalho passou por um levantamento bibliográfico que possibilitou os autores vislumbrar a possibilidade em se trabalhar as máquinas a vapor, partindo de uma perspectiva histórica, baseada na criação de redes históricas.

A aplicação deste trabalho ocorreu ao longo de 9 semanas, e foi composta por aulas semanais e encontros a cada 14 dias. Os alunos foram divididos em 7 grupos com temáticas diferentes (Semana 1). Os dois primeiros grupos estavam relacionados com aspectos socioeconômicos da Inglaterra no século XVIII, já os demais estavam relacionados com atores definidos previamente pelo professor. São eles: Denis Papin (1647-1713), Joseph Black (1728-1799), William Murdock (1753-1839), Sadi Carnot (1796-1832), John Roebuck (1718-1794). Esses atores foram

escolhidos de forma que a partir de suas pesquisas, os alunos trouxessem para o debate personalidades pouco referenciadas nos livros didáticos de Física. Atores como: Thomas Savery (1650-1715), Thomas Newcomen (1664-1729) e James Watt (1736- 1819) e suas respectivas máquinas, deveriam estar presentes nas pesquisas. No entanto, entendemos que se fossem tomados como pontos de partida, poderiam acabar dominando o processo, impossibilitando uma visão mais abrangente do referido episódio histórico.

Cada grupo teve como meta a montagem de uma apresentação de 15 minutos sobre uma temática específica. Os grupos dedicados aos atores deveriam apresentar suas biografias, procurando mostrar aos colegas, qual a implicação do ator referido diante do advento das máquinas a vapor, assim como, apresentar os principais colaboradores e influenciadores do referido ator. Foram realizadas 3 reuniões com cada grupo (Semanas 3, 5 e 7), para que os alunos tivessem o tempo necessário para se envolver na pesquisa e para que o professor pudesse mediar o processo de pesquisa junto aos grupos¹. O primeiro encontro teve como objetivo mapear e questionar as fontes de pesquisa que os alunos trouxeram para a reunião. O segundo encontro teve como objetivo principal dar início a montagem dos slides, selecionando assim, as informações relevantes para a apresentação do grupo. O terceiro encontro consistiu em verificar se a apresentação montada não continha nenhuma imagem, informação ou mesmo referência equivocada. Consideramos essas reuniões como um dos pontos fundamentais da proposta, pois nelas os alunos são orientados a testar a confiabilidade das informações que os mesmos coletaram em suas pesquisas, buscando assim, com a ajuda do professor, elencar parâmetros para definir se as fontes são confiáveis ou não. Nesses encontros discutimos também alguns aspectos da NDC e também, sobre as visões romanceadas da ciência, forma de narrativa bastante comum de ser encontrada em sites na internet (principal fonte de pesquisa dos alunos). Neste sentido, as reuniões com os grupos colaborativos funcionam como um momento de aprendizagem e avaliação, no qual todas as vozes são levadas em consideração, e o momento oportuno para o professor fazer suas ponderações, tanto sobre o envolvimento dos alunos no projeto, quanto sobre questões relativas à pesquisa, a confiabilidade das fontes, a escrita da história da ciência e outras questões historiográficas que vão surgindo ao longo da pesquisa. Entretanto, a profundidade e a abrangência da pesquisa histórica ficam a critério dos grupos.

Na semana 8 os todos os alunos foram convidados a participar da atividade de montagem da rede histórica. Iniciamos esse processo a partir de uma pergunta motivadora: “Qual a primeira personalidade que podemos colocar no quadro sobre o desenvolvimento da máquina a vapor?”.

Após bastante discussão os alunos não chegaram a um único nome, mas três (Watt, Newcomen e Papin) e suas respectivas justificativas. Na sequência, iniciamos a busca pelos seus colaboradores. Nesta etapa, os alunos devem revelar quais seriam os colaboradores dos referidos atores, partindo do princípio que o nome do personagem e o laço que o liga a qualquer outro ator da rede necessita ser justificados. Também, se faz necessário que a turma valide a entrada, tanto do ator, quanto do laço que o conecta a rede. Esse processo demorou cerca de 50 minutos, até que os alunos definiram que a rede já estava completa. Finalizada a rede de atores humanos, foi pedido aos alunos que indicassem atores não humanos que

¹ As reuniões tinham tempo de duração máximo de vinte minutos.

poderiam ser inseridos a rede. Em conversa com os alunos, foi definido que os atores não humanos poderiam ser objetos, instituições, eventos, teorias ou cidades. Durante a atividade todos os atores e seus respectivos laços foram representados pelo professor na lousa, como forma de registro.

As redes montadas pelos alunos foram posteriormente tratadas por meio computacional utilizando o programa Gephi (versão 0.9.2). Estas imagens foram levadas à sala de aula (Semana 9) para que pudessem ser feitas as análises sobre a sua estrutura. O que seria bastante difícil de fazer com a imagem produzida na lousa da sala de aula.

Resultados

Os resultados do projeto estão relacionados com o processo de pesquisa, a interação entre grupos, a montagem das apresentações, a criação da rede histórica e sua análise. Enfatizamos que todo o processo descrito na metodologia é rico em questões educacionais. No entanto, devido ao formato deste artigo, vamos focar os resultados somente no processo de criação da rede histórica.

Dos três atores citados pelos estudantes para dar início à rede (Watt, Newcomen e Papin) é interessante notar que apenas Papin estava entre os atores escolhidos como tema para os grupos. Iniciamos a montagem por atores humanos, pois entendemos que esses são mais comuns ao tipo de narrativa histórica que os alunos estão mais familiarizados. Assim, a cada novo ator adicionado à rede, os alunos deveriam justificar seus laços sociais e sua contribuição para o desenvolvimento das máquinas a vapor. Todas as justificativas a seguir foram retiradas de falas dos alunos.

Na sequência da atividade os alunos conectam Newcomen a Papin e a Watt, afirmando que suas respectivas máquinas estavam relacionadas. Em seguida, ligam Watt a John Roebuck. Ligação justificada pelos alunos por ter financiado o projeto de Watt. A aparição de Black é justificada pelos alunos por ter, de certa forma, colaborado com Watt em algumas questões relacionadas ao conceito de Calor. Um laço ligando Black a Roebuck foi justificado pelos alunos como de influência acadêmica, após um aluno relatar que Roebuck havia se interessado pelas máquinas a vapor após assistir a uma palestra de Black em Edinburgh.

A inserção de Sadi Carnot na rede passou por uma discussão um tanto interessante. Alguns alunos se mostraram relutantes em adicioná-lo, pois não viam Carnot relacionado aos demais no mesmo espaço temporal. Nesta situação houve a mediação do professor, a fim de estabelecer um critério sobre esta questão. Após alguns minutos de discussão, os alunos entenderam que esse limite temporal poderia prejudicar o entendimento do episódio histórico.

Alguns laços estabelecidos tinham como foco específico empreendimentos comerciais, como os laços que ligam Matthew Boulton (1728-1809), Watt e Murdock. Também, a própria conexão entre Savery e Newcomen, possui viés comercial, defendida pelos alunos como uma disputa sobre a patente da máquina a vapor. Laços de amizade entre personalidades de áreas distintas também foram considerados pelos alunos, como no caso Adam Smith (1723-1790) e Black. Outros laços, como o de influência acadêmica, ligando Carnot a Kelvin (1824-1907) também foram defendidos pelos alunos. Neste caso, os alunos afirmaram que mesmo não tendo se conhecido, um se apoiou nos trabalhos do outro durante a sua carreira. A

entrada de John Smeaton (1724-1792) na rede causou muita polêmica. Muitos alunos julgavam não ter argumentos suficientes para coloca-lo na rede, até que uma aluna afirmou que: “se eles faziam parte da mesma sociedade científica e são da mesma época ele deveria estar na rede ligado a Roebuck”. Este foi um critério criado naquele momento e aceito pelos alunos, por esse motivo foi validada a conexão entre Smeaton e Roebuck.

Após aproximadamente 25 minutos de discussões outros nomes apareceram e a rede de atores humanos foi finalizada. Seguimos assim para a inserção de atores não humanos. O primeiro ator não humano colocado foi a Universidade de Glasgow, a qual os alunos afirmaram que deveria estar na rede, pois conectava cinco atores humanos já presentes. A discussão que marcou essa etapa estava centrada no questionamento dos alunos, sobre o que deveria ser considerado ator não humano. O entendimento conjunto foi que qualquer ator para ser inserido na rede, deveria modificar o entendimento da mesma, seja o ator humano ou não. Por exemplo, a empresa Boulton & Watt foi considerada pelos alunos, não fundamental para o desenho da rede já que os principais atores humanos ligados a essa empresa, já estavam representados e conectados.

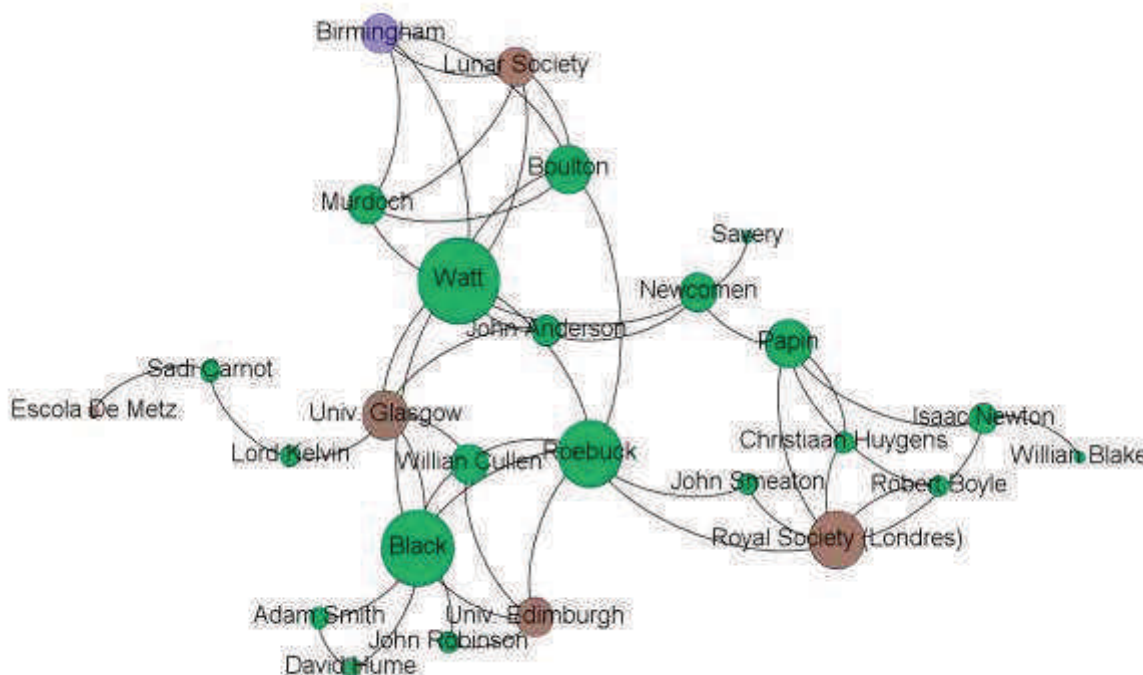


Figura 2 - Rede Histórica de atores humanos e não humanos. (Imagem produzida pelos autores e tratada pelo Gephi 0.9.2)

Fonte: Os autores (2019).

Ao finalizar a inserção dos atores não humanos, o professor questionou se haveria mais algum ator humano que poderia ser adicionado à rede nesse novo cenário. Um aluno colocou que Isaac Newton (1643-1727) deveria participar da rede, pois além de ter sido presidente da Royal Society, foi um opositor a alguns trabalhos de Papin, tendo até impedido uma de suas publicações. Outro aluno afirmou que essa oposição não fazia com que Newton pudesse ser um ator considerado para uma rede histórica sobre máquinas a vapor. Após 15 minutos de debate, optamos por fazer um tribunal, e assim, pela maioria, foi determinado pelos alunos que Newton deveria estar na rede.

Na figura 2 podemos observar a totalidade da rede de atores humanos e não humanos criada pelos alunos. A figura em questão foi montada a partir da imagem do quadro da sala de aula, e foi tratada pelo professor a partir do programa de análise de redes sociais Gephi (versão 0.9.2). Posteriormente essa rede foi apresentada aos alunos, e foram feitas considerações sobre o seu arranjo, discussões sobre aspectos da NDC. Este também foi o momento oportuno para trazer para a sala de aula a discussão sobre algumas propriedades da ARS.

Conclusões

Tentamos reunir no corpo deste texto, informações gerais sobre a atividade colaborativa de criação de redes históricas. Entendemos que vários fatores relativos à parte didática do processo tais como, a escolha dos temas, a divisão e a orientação dos grupos, não foram contempladas neste texto devido à limitação de páginas. No entanto, tentamos relatar a parte do projeto que julgamos como algo recente para a área de História da Ciência e Ensino. Acreditamos fortemente que os resultados apresentados são capazes de demonstrar o quanto esse projeto é abrangente e dinâmico. Podemos perceber a partir da Figura 2, que a rede criada pelos alunos não é somente um resultado de suas pesquisas, ela demonstra, a partir dos laços entre os atores, quais os aspectos da ciência são relevantes para os alunos quando tratamos um determinado recorte histórico. Também, devemos observar que a rede revela traços do comportamento social dos alunos da turma. Seu formato final, quando visto a partir dos atores investigados, sinaliza grupos de alunos mais e menos articulados, alunos que se omitiram no debate, e mesmo alunos que não se dedicaram muito nas suas pesquisas. Nesse sentido, a Figura 2 deve ser entendida como o resultado de uma investigação e não como o conteúdo histórico trabalhado.

Nesta rede construída pelos alunos, podemos perceber que claramente eles não conseguiram explorar suficientemente aspectos sociais ligados ao advento das máquinas a vapor, como por exemplo, movimentos artísticos ou políticos do período. Com exceção de William Blake (1757-1827), que só é adicionado após o debate sobre Newton. A maioria dos alunos ficou focada nos aspectos econômicos, como a Indústria Boulton & Watt, a sede da empresa em Birmingham, as sociedades científicas e as universidades. Até mesmo a Revolução industrial foi entendida pelos mesmos como um pano de fundo e não um ator não humano.

Elaborar atividades colaborativas capazes de mergulhar os alunos em um processo de investigação histórica não é uma tarefa fácil. É necessário caminhar e se aventurar além dos muros da escola, e conseguir o equilíbrio entre o controle das ações e a liberdade de pesquisa dada aos alunos.

Sabemos que a utilização de redes históricas no ensino de física necessita de maiores esforços para se tornar uma metodologia bem definida. Entendemos que são necessárias maiores investigações sobre seu potencial como atividade educacional, assim como, conecta-la com a historiografia da ciência. No entanto, vemos as Redes Históricas como promissoras na área do ensino, sobretudo em projetos investigativos de aprendizagem colaborativa. Nesta atividade, foi capaz de integrar os artefatos tecnológicos e o ciberespaço aos anseios por um ensino ativo, oportunizando aos alunos uma visão complexa da ciência.

Referências

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, 22(7), 665–701, 2000.
- AHNERT, R. Maps versus Networks. In: Raymond, J; Moxham, N (eds.). **News Networks in Early Modern Europe**. Leiden, The Netherlands: Brill, 130 -157, 2016.
- ALCANTARA, M.C.; BRAGA, M.; VAN DEN HEUVEL, C. Historical Networks in Science Education. **Science & Education**. 29 (1), 101–121, 2020.
- BEARMAN, P.; MOODY, J.; FARIS, R. Networks and History. **Complexity**, v. 8, n. 1, p. 61-71, Jan. 2003.
- GRANOVETTER, M. S. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**, 78(6), 1360–1380, 1973.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, 20 (7–8), 591–607, 2011.
- KOPONEN, I.T.; MÄNTYLÄ, T. Editorial: Networks Applied in Science Education Research. **Educ. Sci**, 10, 142. 2020.
- LOMMI, H.; KOPONEN, I.T. Network cartography of university students' knowledge landscapes about the history of science: Landmarks and thematic communities. **Appl. Netw. Sci**. 4(6), 1–24, 2019.
- MARTINS, André Ferrer Pinto. Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 703-737, maio, 2015.
- NOURI, N.; MCCOMAS, W.F.; APONTE-MARTINEZ. Instructors' Rationales and Strategies for Teaching History of Science in Preservice Settings: Illustrations from Multiple Cases with Implications for Science Teacher Education. **Science & Education**, 28(3–5), 367–389, 2019.
- OSBORNE, J.; SIMON, S.; COLLINS, S. “Attitudes towards science: A review of the literature and its implications, **International Journal of Science Education**, 25(9), 104–1079, 2010.
- RYDER, J. Identifying science understanding for functional scientific literacy. **Studies in Science Education**, 36(1), 1–44, 2001.
- WATTS, D. J. **Seis graus de separação: a evolução da Ciência das Redes em uma Era conectada**. São Paulo: Leopardo, 2009.
- SCHICH, M. et al. A network framework of cultural history. **Science**. 345, 558- 562, 2014.

TERRAPLANISMO E ENSINO DE CIÊNCIAS: DEVERÍAMOS ESTAR PREOCUPADOS?

FLAT EARTH MOVEMENT AND SCIENCE EDUCATION: SHOULD WE BE CONCERNED?

André Ferrer P. Martins¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Centro de Educação, aferrer34@yahoo.com.br

Resumo

A crença de que a Terra é plana e de que o conhecimento científico construído historicamente a esse respeito está errado vem, aparentemente, crescendo no Brasil e no mundo. Recentemente, realizou-se em São Paulo a primeira Convenção Nacional da Terra Plana - FLAT CON BRASIL 2019. Inserido nesse contexto, esse trabalho, de cunho qualitativo, objetivou identificar elementos característicos do pensamento dessa comunidade, tomando como base os discursos proferidos nas diversas palestras ocorridas durante esse evento. Por meio da análise das notas de campo de observação, identificou-se um conjunto prévio de seis características do discurso terraplanista, detalhadas no corpo do trabalho. A continuidade da pesquisa prevê a ampliação e o aprofundamento da análise com a adoção de um referencial teórico próprio da sociologia do conhecimento, a saber, o de Ludwik Fleck (1896-1961). Nossas conclusões apontam para a necessidade de reflexão por parte da comunidade de pesquisadores em ensino de ciências/física em relação a esse fenômeno social e seus significados e implicações para o trabalho de professores. Destacamos, ainda, o importante papel que a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência (HFSC) possuem na problematização do terraplanismo.

Palavras-chave: Terraplanismo; Ludwik Fleck; História da Ciência; Sociologia da Ciência.

Abstract

The belief that the Earth is flat and that the scientific knowledge historically constructed in this regard is wrong is apparently growing in Brazil and in the world. Recently, the first Flat Earth National Convention - FLAT CON BRASIL 2019 was held in São Paulo. In this context, this qualitative study aimed to identify characteristic elements of the thinking of this community, based on the speeches given in the various lectures occurred during that event. Through the analysis of the observation field notes, a previous set of six characteristics of the flat earth supporters' speech was identified and detailed in the body of this work. The continuity of the research foresees the expansion and deepening of the analysis with the adoption of a theoretical framework specific to the sociology of knowledge, namely, that of Ludwik Fleck (1896-1961). Our conclusions point out to the need for reflection on the part of the research community in science/ physics teaching in relation to this social phenomenon and its meanings and implications for the work of teachers. We also highlight the important role that History, Philosophy and Sociology of Science (HPSS) play in the problematization of the flat earth movement.

Keywords: Flat earth movement; Ludwik Fleck; History of Science; Sociology of Science.

Introdução

O movimento terraplanista (ou, simplesmente, “terraplanismo”) vem ganhando algum destaque na mídia – e adeptos – nos últimos tempos. Insere-se num conjunto de movimentos, concepções e proposições que podem ser caracterizados, grosso modo, como característicos da chamada “pós-verdade”¹.

No caso específico do terraplanismo, trata-se de afirmar, basicamente, que o conhecimento científico estabelecido e atualmente aceito em relação ao formato e movimentos da Terra, bem como sua posição relativa a outros astros, está errado. A afirmação central desse movimento é de que “a Terra é plana”, o que traz uma série de consequências acerca de outros fenômenos relacionados e contestações quanto ao que é aceito pela comunidade científica.

O movimento tem caráter mundial, com certo protagonismo norte-americano dado pela Flat Earth Society². Já foram realizadas três conferências internacionais voltadas ao tema³. No caso brasileiro, tivemos recentemente a realização da primeira Convenção Nacional da Terra Plana - FLAT CON BRASIL 2019, que reuniu parte significativa da “comunidade” terraplanista nacional⁴.

O objetivo central desse trabalho é identificar elementos característicos do pensamento dessa comunidade, tomando como base os discursos proferidos nas diversas palestras ocorridas durante a Flat Con Brasil. Tecemos, em seguida, alguns comentários acerca da possibilidade de analisar tais elementos à luz de um referencial teórico em particular e, ao final, apontamos questões que, a nosso ver, deveriam ser objeto de atenção da área de ensino de ciências/física no que diz respeito a essa temática.

Aspectos do evento e a metodologia da pesquisa

A 1ª Convenção Nacional da Terra Plana ocorreu em um teatro no bairro da Liberdade, em São Paulo (SP), em 10 de novembro de 2019. Segundo os organizadores do evento, contou com a participação de cerca de 400 pessoas⁵. Dez

¹ De acordo com Lima et al. (2019), o termo ‘pós-verdade’ (‘post-truth’) foi eleito pelo Dicionário Oxford como a “palavra do ano” em 2016, “denotando circunstâncias nas quais fatos objetivos são menos influentes em moldar a opinião pública do que apelos emocionais e crenças pessoais” (OXFORD DICTIONARY, 2016 apud LIMA et al., 2019, tradução dos autores).

² Site oficial: <https://www.tfes.org/>. Facebook: <https://www.facebook.com/FlatSoc/>. Aparentemente foi criada algo como uma “Wiki” desse grupo (não vinculada à Wikipedia): https://wiki.tfes.org/The_Flat_Earth_Wiki, que traz informações sobre a Sociedade (https://wiki.tfes.org/Flat_Earth_Society).

³ Página oficial da última Conferência, realizada em novembro de 2019 no Texas (EUA): <https://flatearthconference.com/about/about-us/>. Nesse site há a informação de que a “2019 Flat Earth International Conference” (FEIC) não tem qualquer afiliação com a Flat Earth Society.

⁴ Existe uma página dessa “comunidade” no Facebook: <https://www.facebook.com/Terra-Plana-Oficial-2329665173920284/>.

⁵ Havia um site oficial do evento que, aparentemente, foi desativado. Mas, até o momento, existe uma página ativa no Facebook: <https://www.facebook.com/flatconbr/>.

palestrantes se revezaram no palco ao longo do dia. A quase totalidade deles era formada por Youtubers e detinha um canal específico nessa rede social.

A imprensa foi proibida de adentrar ao salão principal para gravar ou filmar as palestras, limitando-se a fazer entrevistas e tirar fotos na parte externa. Houve, no entanto, filmagem das palestras por parte da organização do evento, sendo que algumas das falas podem ser encontradas em canais no Youtube. Aos participantes registrados no evento, também não era permitida a realização de filmagens, mas apenas de registro fotográfico.

Como participante, procurei construir um “diário de campo” de observação, tomando nota de tudo que foi possível ao longo das palestras. A ideia foi a de registrar o mais fielmente possível os aspectos centrais daquilo que estava sendo exposto sem, contudo, promover qualquer tipo de “análise” naquele momento. Embora saibamos que uma atitude ou postura completamente neutra seja impossível, minha intenção foi a de, deliberadamente e desde o início, assumir uma postura de “observador isento”, cuja finalidade era apenas a do registro escrito. Dadas tais características, esse estudo se insere no contexto de pesquisas de cunho qualitativo (LÜDKE; ANDRE, 1986; ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999) e assemelha-se ao que Mayring (2002) denomina de “pesquisa de campo”, com aspectos de observação naturalística.

A partir do conteúdo desse diário de campo procurou-se identificar, em cada uma das palestras: o tema central; as principais ideias defendidas, e os argumentos utilizados. Temas e ideias recorrentes também foram apontados. Assim, chegamos a um conjunto de elementos característicos que sugerem uma primeira aproximação ao pensamento terraplanista, tal qual exposto no evento. Como se trata de um trabalho em andamento, uma análise posterior mais refinada torna-se necessária, acrescentando-se outras fontes de dados que venham a reforçar, modificar e/ou ampliar as conclusões prévias delineadas aqui.

Terraplanismo (TP) em ação

Por questões de limitação de espaço, apontaremos na forma de uma lista, a seguir, algumas características identificadas no discurso terraplanista, oriundas de nossa análise preliminar:

- 1) O TP estaria fora de um “sistema” que esconde a verdade.
- 2) Estabelecimento de uma relação bipolar com o conhecimento científico.
- 3) Uso “particularizado” de termos e conceitos da ciência.
- 4) Seletividade no uso de dados e informações.
- 5) Vínculo com questões de natureza religiosa.
- 6) Crítica à escola e ao ensino de ciências.

Passemos a uma breve descrição de cada item.

Diversos palestrantes fazem menção a um “sistema” que esconde das pessoas (aparentemente, de modo deliberado) a “verdade”. Esse sistema é identificado com diversos setores e práticas da sociedade, tais como a política, a ciência, a escola, a mídia. A NASA (agência espacial norte-americana) é citada várias vezes como fazendo parte desse sistema e, em particular, propagadora de falsas ideias como, por exemplo, a de que o ser humano já foi à Lua.

O sistema tende a manter o *status quo* (principalmente em relação ao conhecimento estabelecido e propagado nas escolas), e aqueles que duvidam ou questionam o que diz o sistema são perseguidos e/ou ridicularizados (caso do TP e seus defensores). Assim, o “encontro” com o TP é relatado por muitos como uma busca por uma verdade escondida, havendo uma valorização da *ação individual* nessa busca genuína por conhecimento. Afirmou-se, por exemplo, que devemos crer no que podemos observar e medir por nós mesmos.

Não é à toa que a imprensa foi impedida de registrar o evento. Afinal, eles fazem parte “do sistema”. Nesse sentido, o TP acaba propagando um discurso do tipo “nós contra eles” e criando um sentimento de comunidade, de comunhão entre pares, entre aqueles que defendem sua tese central.

Uma segunda característica é o que denominamos de “estabelecimento de uma relação bipolar com o conhecimento científico”. A ciência é sistema. Portanto, algo a ser criticado e deixado de lado. Afirmou-se, por exemplo, que aquilo que chamamos de ciência nada mais é do que “pseudociência”, e que Newton e Einstein não seriam verdadeiros cientistas. Cientistas profissionais são vistos como intolerantes e dogmáticos. Além disso, a ciência contribuiria para o declínio de uma perspectiva religiosa (há relação com o item 5, mais adiante).

Por outro lado, a ciência, por meio de seus conceitos, leis, princípios etc. é referenciada praticamente o tempo todo no discurso de boa parte dos palestrantes. Abundam termos como energia, eletricidade, eletromagnetismo, fractal, campos, empirismo – dentre muitos outros –, provenientes do universo da ciência estabelecida. Valoriza-se, em certa medida, a realização de *experimentos* na busca do estabelecimento de *fatos*, algo que costuma estar associado, socialmente, ao fazer científico. Buscam-se *evidências* em favor da Terra plana o que, também em certa medida, seria oposto ao simples discurso de uma autoridade (religiosa, por exemplo).

Daí, portanto, que a relação com o conhecimento científico parece oscilar entre dois polos, entre “o amor e o ódio”.

Vinculado ao anterior, surge o terceiro item de nossa lista: o uso “particularizado” de termos e conceitos da ciência. Refiro-me aqui ao uso descontextualizado de conceitos científicos, ou seja, o uso fora do contexto das leis e teorias aceitas pela ciência. Nesse terreno, há desde a simples apropriação e uso de um termo (“magnético”, p.ex.) que passa a ser associado a fenômenos diversos e heteróclitos, até o estabelecimento de conclusões completamente diversas do pensamento científico, mas com o uso de seus conceitos (p.ex., a afirmação de que é impossível o Sol produzir chamas, pois não possui oxigênio).

Tais afirmações, por vezes, não se limitam a usar conceitos científicos para questionar a própria ciência, mas, antes, denotam um *desconhecimento* puro e simples do que diz a ciência (p.ex., a defesa de que seria impossível sabermos que há hidrogênio e hélio no Sol, uma vez que não se pode colher esse material⁶, mostra um desconhecimento da espectroscopia; a afirmação de que os resultados negativos do experimento de Michelson-Morley “provam” que a Terra é plana mostra um desconhecimento do que foi esse famoso experimento). Haveria muitos outros exemplos aqui.

⁶ Diga-se de passagem, essa afirmação torna problemática a informação anterior, de que “não há oxigênio no Sol”.

A quarta característica é a seletividade no uso de dados e informações. Chama a atenção o fato de que algumas fotos são confiáveis, enquanto outras não são. Por exemplo, fotos de aviões e balões, em que não se perceberia a curvatura da Terra, foram apresentadas como evidências em favor do TP, enquanto fotos que mostram a chegada do homem à Lua foram descartadas como falsas e fruto de montagens. Da mesma maneira, as observações também adquirem esse caráter de seletividade, como fica evidente na célebre experiência do avistamento do navio que se afasta do porto.

O vínculo com questões de natureza religiosa (item 5) é uma característica clara do discurso terraplanista, muito embora não esteja presente na totalidade das palestras. Mas houve palestras específicas sobre esse tema (p.ex., sobre a “cosmologia das sagradas escrituras”) e, mesmo nas demais, não era incomum algum tipo de referência a questões religiosas.

O aspecto mais óbvio, aqui, é o estabelecimento da relação entre o TP e aquilo que está exposto na Bíblia, particularmente, no livro do Gênesis. A ideia de “domo”, de águas inferiores e superiores, é evocada em favor da concepção da Terra plana. Mas há outros elementos importantes. Um deles é a *centralidade do homem* que, como criação divina, deve situar-se no centro de todo o Universo, que coincide com a posição da Terra. Outras ideias são elencadas para reforçar essa visão, em particular, a noção de que existe um *propósito* na criação, a própria ideia de *criação*, assim como a *autoridade* da Bíblia. Já as concepções científicas, como o Big Bang e o evolucionismo, são trazidas como perspectivas que negam a existência de Deus e gerariam apenas destruição, guerras e desgraças.

O próximo item da lista (item 6), que tem relações com os itens 1 e 2, é a crítica à escola e ao ensino de ciências. Foi listado propositadamente por último, pois, é algo que aparece menos explicitamente do que todos os demais itens. Ainda assim, surge com clareza em algumas das falas e tem bastante relevância para a reflexão que trazemos aqui.

A escola e o ensino de ciências também são vistos como fazendo parte do “sistema” que aliena e mantém todos na mentira. Tanto uma quanto o outro são vistos como possuidores de um caráter doutrinador. Questionou-se, por exemplo, por que há um globo terrestre nas escolas e por que não se apresentam as evidências em favor da esfericidade da Terra, desde o ensino fundamental.

Mas há, aqui, um aspecto absolutamente crucial: por diversas vezes foi ressaltado o caráter de *simplicidade* que o TP tem, ou seja, sua fácil compreensão por qualquer pessoa. Dificuldades com o ensino de ciências, com a abstração, foram relatadas por alguns palestrantes. Por exemplo, a dificuldade em lidar com termos como ano-luz e com a ideia de escalas e grandes números (“bilhões” de estrelas etc.). A falta de compreensão das aulas de ciências, na escola, era algo compartilhado.

Um último aspecto merece destaque, embora não diga respeito diretamente ao *discurso* (registrado) do TP, mas a certas *práticas* que foram observadas ao longo do evento e que auxiliam na caracterização da perspectiva terraplanista como um todo. Apontamos, aqui, para o próprio formato do evento, composto por um conjunto de apresentações sem direito de manifestação por parte da plateia. Não houve perguntas em nenhum momento. Esse aspecto, somado à proibição da presença da imprensa, destoava das práticas acadêmicas da comunidade científica estabelecida, onde a exposição ao debate e à crítica não apenas faz parte, mas é estimulada, de modo geral.

Antes de passarmos à seção final, gostaríamos de lembrar que se trata de uma análise em andamento. Considerando o TP um fenômeno social contemporâneo, com características próprias de pensamentos que se formam em torno de um grupo com certo fechamento, acreditamos que seja oportuno estudá-lo a partir do campo da sociologia do conhecimento. E, nesse terreno, pretendemos considerar, para a continuidade da pesquisa, o referencial teórico oferecido por Ludwik Fleck (1896-1961).

Não seria aqui o espaço, certamente, para apresentarmos esse referencial. Sinalizamos, apenas, que as ideias de Fleck no terreno da sociologia da ciência (SCHNELLE; COHEN, 1986; FLECK, 2010) nos parecem frutíferas para estabelecer um olhar crítico para nosso objeto de pesquisa. Conceitos fleckianos como estilo de pensamento, coletivo de pensamento, circulação intra e intercoletiva de ideias, harmonia das ilusões, círculos eso e exotérico, dentre outros, poderão ser úteis na caracterização do pensamento terraplanista.

Fechamento: uma reflexão para o ensino das ciências/física

Diante do que foi apresentado anteriormente, da minha experiência de estar presente, fisicamente, na Flat Con Brasil, e da temática central do XVIII EPEF (“A Pesquisa em Ensino de Física e as Tensões Político-Democráticas da Atualidade: Para onde vamos?”), gostaria de retomar a pergunta formulada no título desse trabalho: deveríamos estar preocupados?

A pergunta se coloca à comunidade de pesquisadores em ensino de física, dado o direcionamento desse trabalho, mas certamente deveria se dirigir a um público mais amplo. A pergunta, ainda, tem sua origem na percepção das diversas reações existentes na mídia desde que o movimento terraplanista ganhou mais notoriedade e, em particular, as reações ao evento da Flat Con em si. Os tipos mais comuns de reação parecem ser a ridicularização, de um lado, e o desprezo, por outro. Isso não tem impedido os defensores do TP de angariar mais adeptos – o que corresponderia a um terceiro tipo de reação.

Muitos professores da nossa área, inclusive, que lidam diretamente com o ensino de astronomia, parecem simplesmente não ligar para esse movimento. Seria a melhor reação? A questão me parece ganhar novos contornos quando percebemos que, na política brasileira atual, teorias conspiratórias, revisionismo histórico e outros aspectos da pós-verdade rondam as mais altas esferas de poder. O filósofo (sic) considerado “guru” intelectual do governo, por exemplo, não chega a afirmar que a Terra é plana, mas diz que não se pode provar que não seja.

Gostaria de defender que a nossa comunidade esteja mais atenta ao TP e que leve mais a sério esse movimento, quem sabe, de modo análogo ao que sempre foi feito acerca das chamadas “concepções alternativas” dos estudantes. Embora eu não compartilhe das críticas à escola e ao ensino de ciências feitas pelos terraplanistas, há que se considerar que, de fato, elas nos lançam um alerta quanto ao caráter não problematizador que o ensino de ciências/física pode assumir em alguns momentos⁷. E, em complementação a essa ideia, perguntaria: será que todos

⁷ Nesse ponto aproximamo-nos da defesa de Lima e colaboradores, em recente trabalho sobre a pós-verdade, de que “tanto o discurso cientificista (moderno) quanto as principais críticas a ele (incluindo o pós-modernismo) possuem bases metafísicas que são responsáveis por subsidiar a produção e proliferação de ‘cenários de pós-verdades’” (LIMA et al., 2019, p. 157), e que a educação em ciências

os professores de ciências estão preparados para explicar aos seus estudantes *por que* a Terra não é plana e *por que* devemos dar crédito ao conhecimento cientificamente aceito hoje em dia a esse respeito?

E com isso chegamos a outra questão fundamental: o papel da História, da Filosofia e da Sociologia da Ciência (HFSC) no ensino de ciências. Tomada enquanto estratégia didática, essa abordagem tem sido defendida em nossa área de pesquisa há décadas (ver, p.ex.: ZANETIC, 1989; GIL PÉREZ, 1993; PEDUZZI, 2001; MARTINS, 2006; SILVA, 2006; MATTHEWS, 1994, 2014...), alcançando vasta produção acadêmica em termos de publicações (dissertações, teses, artigos) e reconhecida como área temática de eventos (SNEF, EPEF, ENPEC, dentre outros).

Consideramos que a HFSC possui grande potencial no combate⁸ ao TP. É preciso trazer à sala de aula Pitágoras, Aristóteles, Eratóstenes, Copérnico, Galileu, Newton etc., a partir da riqueza histórica de seus trabalhos, como meio problematizador do conhecimento físico e astronômico a ser ensinado, de modo a enriquecê-lo culturalmente e contextualizá-lo. Quem sabe a apresentação, por parte dos professores, do *caminho histórico* percorrido desde a antiguidade até os dias de hoje em relação ao nosso conhecimento sobre o planeta e sua posição no universo contribua para que os estudantes percebam as razões pelas quais se estabeleceu o conhecimento científico atual. Além disso, argumentos históricos usados contra e a favor dos diversos modelos, contra e a favor da esfericidade da Terra, podem ser resgatados e comparados com argumentos atuais, dando sentido histórico à superação do geocentrismo e da concepção de Terra plana.

Tenho sérias dúvidas se tal abordagem e os argumentos nessa direção convenceriam os atuais defensores do TP. No entanto, as futuras gerações (os jovens estudantes de hoje) certamente seriam beneficiadas.

Referências

ALVES-MAZZOTTI, Alda J.; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais** – pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 2.ed., 1999.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

GIL-PÉREZ, DANIEL. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, 11, 2, 197-212, 1993.

LIMA, NATHAN WILLIG; VAZATA, PEDRO ANTÔNIO VIANA; OSTERMANN, FERNANDA; CAVALCANTI, CLAUDIO JOSÉ DE HOLANDA; GUERRA, ANDREIA. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir

pode reforçar esses cenários e fragilizar a ciência na medida em que a retrate de modo reduzido e simplificado.

⁸ A palavra “combate” é importante nesse ponto e foi usada deliberadamente. Embora nosso trabalho, do ponto de vista da metodologia da pesquisa, tenha envolvido a adoção de certa neutralidade e cuidado na observação, coleta e registro dos dados, isso não implica em neutralidade no que se refere àquilo que deva ser recomendado à área *a partir* da pesquisa. Defendemos que o TP deva ser combatido, sim, mas com argumentos sólidos e partindo-se da compreensão genuína de suas ideias e pontos de vista.

dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 19, 155–189, 2019.

LÜDKE, MENGA; ANDRE, MARLI E.D. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, ROBERTO DE ANDRADE. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, CIBELLE C. (Org.) **Estudos de História e Filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, MICHAEL R. *Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista*. **Enseñanza de las Ciencias**, 12, 1, 79-88, 1994.

MATTHEWS, MICHAEL R. (Ed.) **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. The Netherlands: Springer, 2014.

MAYRING, PHILIPP. **Introdução à Pesquisa Social Qualitativa**: uma introdução para pensar qualitativamente. 5ed. Weinheim: Beltz, 2002.

PEDDUZZI, LUIZ O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. *In*: PIETROCOLA, MAURÍCIO. (Org.) **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

SCHNELLE, T.; COHEN, R. (Eds.) **Cognition and fact: materials on Ludwik Fleck**. Dordrecht: Reidel Publish Company, 1986.

SILVA, CIBELLE C. (Org.) **Estudos de História e Filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

ZANETIC, JOÃO. **Física também é Cultura**. 1989. Tese de Doutorado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

AS DUAS CULTURAS E UMA TERCEIRA LEITURA

THE TWO CULTURES AND A THIRD LOOK

André Ferrer P. Martins¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Centro de Educação, aferrer34@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo desse trabalho é retomar a obra do físico e escritor inglês Charles Percy Snow (1905-1980), traduzida para o português com o título de *As duas culturas e uma segunda leitura*, realizando uma “terceira leitura” que visa contribuir à sua (re)interpretação e à promoção de novas reflexões para a área de ensino de física. Para tanto, buscamos a aproximação do texto de Snow com a sociologia do conhecimento de Ludwik Fleck (1896-1961). Em particular, a ideia da existência de “duas culturas” – a dos cientistas e a dos literatos – defendida por Snow, bem como a de um fosso entre elas, é interpretada com um olhar fleckiano a partir dos conceitos de estilo de pensamento, coletivo de pensamento, circulação intra e intercoletiva de ideias. Ao final, tecemos algumas considerações sobre a aproximação entre os autores e propomos a problematização de certas questões acerca da educação e do ensino de ciências/física face à temática trazida por Snow e iluminada pelo referencial de Fleck.

Palavras-chave: C. P. Snow; Ludwik Fleck; duas culturas; estilo de pensamento.

Abstract

The objective of this work is to resume the work of the English physicist and writer Charles Percy Snow (1905-1980), translated into Portuguese under the title *As duas culturas e uma segunda leitura*, performing a “third look” that aims to contribute to its (re)interpretation and to the promotion of new reflections for the physics teaching area. For that, we sought an approximation of Snow's text with the sociology of knowledge of Ludwik Fleck (1896-1961). In particular, the idea of the existence of “two cultures” - one of the scientists and one of the literary - defended by Snow, as well as a moat between them, is interpreted from a fleckian point of view using the concepts of thought style, thought collective, intra and intercollective circulation of ideas. At the end, we do some considerations about the approximation between the authors and propose the problematization of certain issues about education and science/physics teaching in face of the theme brought by Snow and illuminated by Fleck.

Keywords: C. P. Snow; Ludwik Fleck; two cultures; thought style.

Introdução

O inglês Charles Percy Snow (1905-1980) se tornou conhecido na área de ensino de física devido a uma palestra proferida na Universidade de Cambridge em

1959, intitulada “Palestra Rede”, posteriormente publicada na forma de livro (*The two cultures*). Após quatro anos, em 1963, Snow revisita aquele texto e realiza uma “segunda leitura”. O conjunto (palestra original e releitura) ganhou uma tradução para o português como *As duas culturas e uma segunda leitura* (SNOW, 1995).

Em nossa área, um dos divulgadores desse texto de Snow foi o professor João Zanetic, que faz referência à ideia de “duas culturas” em sua tese de doutoramento (ZANETIC, 1989) e, mais explicitamente, em trabalhos posteriores (p.ex. ZANETIC, 2006). Outros pesquisadores também citam esse trabalho de Snow (p.ex. HARTMANN; ZIMMERMANN, 2007; AMARAL, 2019), que costuma quase sempre ser lembrado em trabalhos que tratam da aproximação do ensino de física com outras perspectivas, tais como a literatura, o teatro, as artes em geral, ou mesmo a história e a filosofia da ciência.

A “Palestra Rede” completou recentemente, em 2019, 60 anos. Uma evidência de sua relevância e de seu impacto duradouro pode ser percebida em um pequeno texto publicado na *Science* em maio (mesmo mês em que a Palestra Rede havia sido proferida) de 2019 (McCRAVY, 2019), assim como pela lembrança que havia sido feita em um Editorial da *Nature* 10 anos antes (também em maio), por conta dos 50 anos da mesma palestra ([EDITORIAL], 2009).

Em função dessa efeméride e de sua relevância em nossa área, decidimos lançar um novo olhar sobre ela, focalizando alguns aspectos que, a nosso ver, poderiam ser interpretados à luz da sociologia do conhecimento de Ludwik Fleck (1896-1961). Esse é, portanto, o objetivo desse trabalho, que não pretende analisar pormenorizadamente a obra de Snow, mas, antes, promover uma “terceira leitura”¹ que vise contribuir à sua (re)interpretação e à promoção de novas reflexões para a área de ensino de física.

C. P. Snow e suas “duas leituras” das “duas culturas”

De modo bastante sintético – e com todos os riscos decorrentes disso – seria possível resumir o conteúdo da “Palestra Rede” nos seguintes termos: há um fosso entre “duas culturas”, a dos cientistas e a dos literatos, que se agravou ao longo do século XX e cuja origem estaria situada no sistema de ensino (no caso, inglês), marcado pela especialização. De modo interconectado a isso, a sociedade em geral – e parte da intelectualidade – não compreendeu o processo histórico da Revolução Industrial e não compreende nem acompanha os impactos da Revolução Científica mais recente, associada à sociedade industrial do início do século XX², e que é chave para o desenvolvimento científico e tecnológico do mundo contemporâneo e para a diminuição de outro fosso, o que separa ricos e pobres³.

¹ A ideia de uma “terceira leitura”, presente no título do nosso trabalho, deve ser vista mais como uma forma de homenagem e lembrança, uma vez que o próprio Snow escreveu o texto e realizou a “segunda leitura”, cabendo a ele, porventura, também a “terceira”...

² Snow se refere à “aplicação da ciência real à indústria” e ao “período em que as partículas atômicas foram usadas industrialmente pela primeira vez” (SNOW, 1995, p. 48-49).

³ Considerando os nossos propósitos nesse trabalho, daremos mais ênfase à discussão sobre as “duas culturas” e o fosso entre elas do que ao desenvolvimento desigual das sociedades ricas e pobres.

Snow deixa claro, desde o início, que é um cientista de profissão e um escritor por vocação. Aponta a existência de “duas culturas” e de um fosso entre elas:

Num pólo os literatos; no outro os cientistas e, como os mais representativos, os físicos. Entre os dois, um abismo de incompreensão mútua – algumas vezes (particularmente entre os jovens) hostilidade e aversão, mas principalmente falta de compreensão. Cada um tem uma imagem curiosamente distorcida do outro. Suas atitudes são tão diferentes que, mesmo ao nível da emoção, não encontram muito terreno comum (SNOW, 1995, p. 21).

Ele próprio se questiona sobre a separação em “duas” culturas: “As tentativas de dividir tudo em dois devem ser recebidas com muita suspeita” (SNOW, 1995, p. 26), embora opte por manter a expressão. Fornece algumas características da cultura científica e da dos literatos, dando destaque à incompreensão total da ciência por parte dos literatos (mais adiante aborda também a falta de conhecimento dos cientistas quanto à literatura). Segundo Snow: “Essa polarização é pura perda para todos nós. Para nós como pessoas, e para a nossa sociedade” (SNOW, 1995, p. 29).

O autor atribui essa divisão cultural a todo o mundo ocidental, embora localize na educação especializada inglesa a razão pela qual o fosso lhe pareça tão agudo. Considera, ainda, que a distância entre cientistas e não-cientistas seria maior no momento em que escreve do que fora há 30 anos. Defende que é preciso repensar a educação se quisermos sair disso.

Passa, em seguida, a afirmar que a intelectualidade (relacionada à cultura humanística e literária) “nunca tentou, quis ou conseguiu compreender a Revolução Industrial, muito menos aceitá-la” (SNOW, 1995, p. 41), e, no entanto, “a industrialização é a única esperança do pobre” (SNOW, 1995, p. 45). Snow destaca a melhoria de vida, em geral, ocorrida nos países industrializados, em termos de aumento de expectativa de vida, diminuição de doenças, mortalidade infantil etc., em relação a um passado (não tão distante) em que a maior parte da população vivia no campo em piores condições de vida.

A sociedade industrial da eletrônica, da energia atômica e da automação também não foi compreendida pelas pessoas bem-educadas. Mesmo cientistas “puros” mostram-se desinteressados em relação à pesquisa aplicada e à engenharia. Snow compara a educação em vários países quanto a esse aspecto, considerando que a Inglaterra estaria “atrasada”, por exemplo, em relação aos Estados Unidos.

Na última parte da palestra, o autor destaca que o fosso entre ricos e pobres está aumentando no mundo⁴, e que isso precisa mudar. Nesse ponto, Snow relaciona as questões, dizendo que o Ocidente, com sua cultura dividida, tem dificuldade em ver a amplitude e rapidez que essa transformação deve ter. Teme que, se o Ocidente não promover as mudanças necessárias, os países comunistas o farão. Ao final, afirma que:

⁴ O historiador inglês Eric Hobsbawm descreve com muita clareza esse processo em sua obra *Era dos extremos* (HOBSBAWN, 1995), escrita já na década de 1990. É interessante perceber a perspectiva de Snow quanto a essa questão, uma vez que ele mesmo é um personagem da “Era de Ouro” e do contexto da Guerra Fria – se seguirmos Hobsbawm.

Fechar o fosso entre nossas duas culturas é uma necessidade tanto no sentido intelectual mais abstrato quanto no sentido mais prático. Quando esses dois sentidos se desenvolvem separados, nenhuma sociedade é capaz de pensar com sabedoria (SNOW, 1995, p. 72).

Sua segunda leitura, efetuada quatro anos depois, possui quase o mesmo número de páginas que a “Palestra Rede”. Por questões de limitação de espaço, falaremos dela mais brevemente aqui. Snow deixa claro, de início, que sua intenção original era a de “dar uma espécie de ferroada” que provocasse alguma ação, com relação à educação e à preocupação das sociedades ricas com as pobres. A repercussão da palestra teria evidenciado que as ideias expostas talvez não fossem originais, mas “estariam no ar”, e que deveria haver algo importante nelas.

Diante das críticas que sofreu (algumas agressivas), retoma sua intenção inicial, reiterando que pretendia destacar a falta de comunicação entre o que havia batizado de “duas culturas”:

Entre esses dois grupos – os cientistas e os literatos – existe pouca comunicação e, em vez de camaradagem, uma como que hostilidade (SNOW, 1995, p. 84).

Procura, em seguida, esclarecer o uso que fez do termo “cultura”, afirmando que o utilizou em dois sentidos: o da definição encontrada no dicionário e outro, mais técnico, usado por antropólogos:

(...) para denotar um grupo de pessoas que vivem no mesmo ambiente, ligadas por hábitos comuns e um modo de vida comum (...).

Pois os cientistas, de um lado, e os literatos, de outro, realmente existem como culturas dentro da esfera de ação da antropologia. Há, como eu disse anteriormente, padrões e formas comuns de comportamento, abordagens e postulados comuns (SNOW, 1995, p. 88).

Sobre o termo “duas”, Snow reconhece que há “subdivisões e mais subdivisões dentro, digamos, da cultura científica” (SNOW, 1995, p. 90), mas que procurou dar ênfase ao contexto inglês, onde considera ser mais aguda essa divisão cultural. Considera que poderia estar se formando uma “terceira cultura” a partir de estudos em diferentes áreas (história social, sociologia, demografia, ciência política, economia, psicologia, medicina...).

Volta a tratar das desigualdades e de que a Revolução Científica deveria ser disseminada por todo o mundo. Afirma que havia pensado em nomear a palestra original de “Os ricos e os pobres”, e que não deveria ter mudado de ideia (SNOW, 1995, p. 105), indicando claramente o foco principal de sua fala. A miséria no mundo não seria percebida por quem vive nas sociedades industriais desenvolvidas, e haveria um mito de um “Éden pré-industrial”.

Mais próximo ao final, aponta Snow:

É perigoso ter duas culturas que não podem ou não querem comunicar-se entre si. Numa época em que a ciência determina grande parte do nosso destino, ou seja, se vivemos ou morremos, essa falta de comunicação é perigosa nos termos mais práticos. Os cientistas podem dar maus conselhos e os tomadores de decisão não terão jeito de saber se são bons ou maus (SNOW, 1995, p. 126).

Fleck como chave de (re)leitura de Snow

A sociologia da ciência de Ludwik Fleck (1896-1961) ficou esquecida por muito tempo e tem sido recuperada nas últimas décadas, particularmente no Brasil. Já há um bom número de trabalhos em nossa área que adotam Fleck como referencial (a esse respeito ver, p.ex., as revisões de LORENZETTI et al., 2013; 2016; 2018; SOUZA et al., 2014). A principal obra de Fleck data de 1935 (FLECK, 2010) e um extenso trabalho contendo sete artigos publicados por Fleck, acrescidos de um conjunto de textos de comentadores, foi publicado em 1986 (SCHNELLE; COHEN, 1986). Também há uma importante coletânea de trabalhos sobre Fleck organizada por Mauro Condé (CONDÉ, 2012).

Obviamente, não há espaço para apresentarmos o referencial fleckiano, cujas principais noções seriam as de estilo de pensamento, coletivo de pensamento, circulação intracoletiva de ideias, circulação intercoletiva de ideias, círculo esotérico e círculo exotérico, protoideias, dentre outras. O que nos interessa, aqui, é destacar que conceitos da sociologia de Fleck são úteis para reinterpretar o discurso de Snow.

Vejamos o que Fleck afirma a respeito do *estilo de pensamento*:

O estilo de pensamento, assim como qualquer estilo, consiste numa determinada atmosfera (*Stimmung*) e sua realização. Uma atmosfera (*Stimmung*) possui dos lados inseparáveis: ela é a disposição (*Bereitschaft*) para um sentir seletivo e para um agir direcionado correspondente. Ela gera as formas de expressão adequadas: religião, ciência, arte, costumes, guerra etc, de acordo com a predominância de certos motivos coletivos e dos meios coletivos investidos. Podemos, portanto, *definir o estilo de pensamento como percepção direcionada em conjunção com o processamento correspondente no plano mental e objetivo*. Esse estilo é marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios do conhecimento. É acompanhado, eventualmente, por um estilo técnico e literário do sistema do saber (FLECK, 2010, p. 149, grifos do autor).

O *coletivo de pensamento* é o “portador comunitário do estilo” (FLECK, 2010, p. 154), e refere-se ao grupo de pessoas que compartilham determinado estilo de pensamento, num dado contexto histórico e social.

Já a *circulação de ideias* diz respeito ao processo pelo qual pensamentos são transmitidos, seja entre os membros de um mesmo coletivo (caso da circulação intracoletiva), seja entre membros de coletivos diferentes (circulação intercoletiva). Fleck enfatiza o papel da linguagem na constituição e manutenção dos estilos e, também, que sempre há “desvios de significado” na circulação de ideias, sendo esses desvios tanto mais intensos quanto mais afastados forem os estilos. Segundo ele:

(...) quanto maior a diferença entre dois estilos de pensamento tanto menor o tráfego de pensamentos. Quando existem relações intercoletivas, estas apresentam traços comuns, independentemente das particularidades dos respectivos coletivos. Os princípios de um coletivo alheio são percebidos – se é que são notados – como arbitrários, sua eventual legitimação, como petição de princípio. O estilo de pensamento alheio tem ares de misticismo, as questões rejeitadas por ele são consideradas exatamente como as mais importantes, as explicações como não comprovadas ou errôneas e os problemas, muitas vezes, como brincadeira sem importância ou sem sentido. Fatos particulares e conceitos particulares – dependendo do parentesco entre os coletivos – são vistos como invenções livres, simplesmente ignoradas (como, por exemplo, “fatos espíritas” por parte das

ciências exatas), ou – no caso de coletivos menos divergentes – são interpretados de maneira diferente, isto é, traduzidos e adotados numa outra linguagem de pensamento (como, por exemplo, os fatos espíritas por parte dos teólogos) (FLECK, 2010, p. 161).

Assim, as “duas culturas” de Snow poderiam ser reinterpretadas como dois grandes estilos de pensamento. Quem sabe isso evitaria, inclusive, certas críticas que Snow recebeu em relação ao uso do termo “cultura”. A forma como Fleck caracteriza o estilo de pensamento, como um ver, sentir e agir direcionados, correspondendo a certas práticas comuns e a uma linguagem própria, encontra ressonância com aquilo que apresentamos da visão de Snow quando nos fala dos hábitos, padrões e formas comuns de comportamento de cada uma das duas culturas. É interessante trazermos nesse ponto outro trecho de Snow que, ao defender o uso da palavra “cultura”, afirma:

(...) quero repetir o que pretendia ser minha mensagem principal, mas que de alguma maneira foi abafada: que nem o *sistema científico de desenvolvimento mental*, nem o tradicional, é adequado às nossas potencialidades, ao trabalho que temos pela frente e ao mundo em que devemos começar a viver (SNOW, 1995, p. 87, grifos nossos).

Nota-se, aí, uma aproximação maior com a ideia de “estilo de pensamento”.

O fosso entre as “duas culturas” corresponde, exatamente, ao que Fleck descreve como dificuldade de comunicação e afastamento em função da diferença entre estilos. Nesse caso, haveria pouca circulação intercoletiva de ideias e pouco interesse mútuo, o que Snow havia caracterizado – como vimos – como incompreensão mútua, pouca comunicação, certa hostilidade e aversão. A esse respeito, inclusive, cabe destacar o alerta de Fleck para a “intolerância característica” de qualquer comunidade fechada (FLECK, 2010, p. 156).

A busca pela reaproximação entre as duas culturas e a diminuição do fosso, defendida por Snow, significaria, do ponto de vista fleckiano, fomentar o tráfego intercoletivo de ideias e, de algum modo, diminuir os desvios (inevitáveis) de significado. Mais do que isso, Snow defende repensar a educação e seu caráter especializado. Embora Fleck não volte seu olhar para essas mesmas questões, descreve o processo de introdução de um sujeito em um coletivo / estilo como sendo de uma “condução para dentro”, uma “suave coerção”, em que, gradativamente, os valores, hábitos e práticas do coletivo, enfim, o “olhar direcionado”, vai sendo aprendido. Assim, não haveria como pensar em diminuição do fosso sem levar em conta o processo educacional.

Considerações finais

Buscamos aproximar nossos dois autores, principalmente, a partir da ideia de “duas culturas” e do fosso entre elas, deixando de lado a análise de Snow quanto às desigualdades entre ricos e pobres que, numa primeira aproximação, possui menos elementos que dialogam com Fleck. Acreditamos que alcançamos nosso objetivo central, embora os argumentos expostos aqui pudessem ser bastante aprofundados e detalhados. Cabe, por fim, tecermos algumas considerações mais relacionadas à educação e ao ensino de física.

É importante, antes, não perdermos de vista que ambos – Snow e Fleck – precisam ser situados em seus respectivos contextos históricos e que suas obras

devem ser lidas de modo crítico⁵. Concordamos com Zanetic quando afirma, sobre o texto de Snow, que:

Embora muitas das premissas contidas no seu ensaio precisem ser reavaliadas em função do desenvolvimento cultural das últimas quatro décadas, creio que parte significativa de suas idéias deveria permanecer na agenda de educadores, cientistas e humanistas. Snow defendia que uma aproximação entre os *dois universos intelectuais* era essencial para possibilitar um eficaz diálogo inteligente com o mundo (ZANETIC, 2006, p. 46, grifos nossos).

Da mesma forma, consideramos oportuna a aproximação entre esses “dois universos intelectuais” (ou “duas culturas”, ou “dois estilos de pensamento”). De certo modo, a defesa de uma “alfabetização científica” da população, como tem sido discutido há décadas em nossa área (ou de uma “formação científica para a cidadania”) ressoa o discurso de Snow. Todo o debate acerca da interdisciplinaridade envolve, em certo grau, aspectos problematizados pela “Palestra Rede” (e, também, pela sociologia do conhecimento de Fleck). O investimento e a educação em C&T continuam sendo referenciados, atualmente, como meios promotores do desenvolvimento econômico e social das nações, o que era, essencialmente, o cerne do argumento de Snow. Por outro lado, o domínio global do neoliberalismo e do capitalismo financeiro, na atualidade, tem levado a um aprofundamento do fosso entre ricos e pobres, apesar de quaisquer esforços em prol do setor industrial em países em desenvolvimento.

Como situarmos, hoje, a divisão entre as “duas culturas” em nossa sociedade e na educação em geral? De que modo convivem e dialogam esses diferentes estilos de pensamento? Que escolhas curriculares devemos fazer se quisermos diminuir o fosso? Essa é uma questão relevante se lembrarmos o contexto atual de reforma do ensino médio e de implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e dos itinerários formativos. O que ganhamos e o que perdemos ao tratar as ciências da natureza como uma “grande área” do conhecimento? Como promover o diálogo entre áreas? Seria suficiente apresentar aos jovens a “ciência” como um grande estilo de pensamento, sem considerar suas especificidades (a Física, por exemplo), as tais “subdivisões e mais subdivisões” de Snow?

Especificamente em relação aos itinerários formativos, abriu-se a possibilidade de que, na prática, boa parte dos cidadãos não tenham acesso ao conhecimento das ciências da natureza (p.ex.) para além do que está na BNCC, uma vez que esse itinerário pode não ser ofertado. Assim, não estaríamos prejudicando a “formação científica para a cidadania” e contribuindo para aumentar o fosso entre as duas culturas? Não estaríamos privando parte da população de compreender e participar do estilo de pensamento da ciência (e suas subdivisões) e, com isso, estabelecer um “diálogo inteligente com o mundo”? Não estaríamos prejudicando o próprio desenvolvimento científico e tecnológico do nosso país, contribuindo para aumentar o fosso entre (países) ricos e pobres? O alerta de Snow e o referencial de Fleck podem ser bússolas que orientem nossas escolhas curriculares e didáticas.

⁵ Um aspecto a ser explorado nesse sentido seria, por exemplo, as visões (de ambos, embora em graus diferentes) até certo ponto idealizadas da ciência e de sua “cultura democrática”.

Nesse sentido, estamos diante de uma problemática semelhante à de Snow: repensar a educação tendo que levar em conta a existência de diferentes formas de pensamento e práticas culturais que, historicamente, foram se afastando, especializando-se e ganhando certa independência, ou seja, consolidando-se enquanto diferentes estilos de pensamento.

Referências

- AMARAL, ELISABETE. Gravitação também é Cultura no ensino médio? *In*: MARTINS, A. F. P. (Org.) **Física, Cultura & ensino de ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2019.
- CONDÉ, M. L. L. (Org.) **Ludwik Fleck**: estilos de pensamento na ciência. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012.
- [EDITORIAL]. Doing good, 50 years on. **Nature**, v. 459, n. 7243, p. 10, 7 May 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/459010a>. Acesso em 10-02-2020.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- HARTMANN, ANGELA MARIA; ZIMMERMANN, ERIKA. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: a reaproximação das “Duas Culturas”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, 2007.
- HOBSBAWM, ERIC J. Era dos extremos - o breve século XX: 1914-1991. São Paulo: Cia das Letras, 1995.
- LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLONGO, I. I. P. A recepção da epistemologia de Fleck pela pesquisa em educação em ciências no Brasil. **Revista Ensaio**, v. 15, n. 3, p. 181-197, 2013.
- LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLONGO, I. I. P. The growing presence of Ludwik Fleck’s epistemology in science education research in Brazil. **Transversal: International Journal for the Historiography of Science**, v. 1, n. 1, p. 52-71, 2016.
- LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLONGO, I. I. P. A crescente presença da epistemologia de Ludwik Fleck na pesquisa em educação em ciências no Brasil. **R. Bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 373-404, 2018.
- McCRAE, W. P. Snow’s storm. **Science**, v. 364, n. 6439, p. 430-432, 03 May 2019.
- SCHNELLE, T.; COHEN, R. (Eds.) **Cognition and fact**: materials on Ludwik Fleck. Dordrecht: Reidel Publish Company, 1986.
- SNOW, CHARLES PERCY. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: EDUSP, 1995.
- SOUZA, R. D.; FERRAZ, D. F.; FRANCISCO, A. C.; CARLETTO, M. R. A produção teórica em torno da obra de Ludwik Fleck no período compreendido entre 2011 a 2013 e a sua contribuição no ensino de ciências. *In*: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2014, Ponta Grossa. **Anais do IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2014.
- ZANETIC, JOÃO. **Física também é Cultura**. 1989. Tese de Doutorado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ZANETIC, JOÃO. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1 (49) - jan./abr. 2006.

A ORIGEM DOS PROBLEMAS EMPÍRICOS ASTRONÔMICOS NO LONGEVO CONTEXTO INVESTIGATIVO DA TRADIÇÃO DE PESQUISA GREGA

THE ORIGIN OF THE ASTRONOMIC EMPIRICAL PROBLEMS IN THE LONG GREEK INVESTIGATIVE CONTEXT

Carlos A. S. Batista¹, Luiz O. Q. Peduzzi²

¹Universidade Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológico/casbatistauesc@gmail.com – Bolsista CAPES

²Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Física/luizpeduzzi@gmail.com

Resumo

Como um pequeno recorte de pesquisa, este trabalho apresenta uma narrativa histórica sobre a origem dos problemas empíricos astronômicos (PEA) responsáveis pelo desenvolvimento da astronomia e da cosmologia no longo contexto investigativo da tradição de pesquisa grega. Sua principal justificativa perpassa pela necessária compreensão estudantil da relação Terra e Universo, preconizada pelos documentos oficiais da educação brasileira. Para o ensino da astronomia, da cosmologia e da física, destaca-se na literatura que alguns assuntos são fundamentalmente relevantes para tal entendimento: o movimento de rotação da Terra, o fenômeno do dia e da noite, o movimento de translação dos planetas, as estações do ano, as distâncias orbitais dos planetas, as fases da Lua, os modelos cosmológicos e a construção de calendários. Em face disso, procura-se metodologicamente fornecer uma contextualização desses assuntos, mediante o conceito de problemas empíricos e de tradição de pesquisa fundamentados pela visão de ciência como uma atividade de solução de problemas, da epistemologia de Larry Laudan. Com isso, espera-se contribuir com: a instrumentalização de professores e estudantes na abordagem desses temas; a ampliação da exploração de episódios históricos mediante esse referencial; e a comunicação dos resultados de pesquisa à comunidade do ensino de física e da educação científica em geral.

Palavras-chave: epistemologia, história da ciência, ensino de astronomia, ensino de ciências, ensino de física.

Abstract

As a small piece of research, this work presents a historical narrative about the origin of the empirical astronomical problems (PEA) responsible for the development of astronomy and cosmology in the long-lived investigative context of the Greek research tradition. Its main justification goes through the necessary student understanding of the relationship between Earth and Universe, advocated by the official documents of Brazilian education. For the teaching of astronomy, cosmology and physics, it is highlighted in the literature that some subjects are fundamentally relevant to such understanding: the rotation of the Earth, the phenomenon of day and night, the translation movement of the planets, the seasons,

the orbital distances of the planets, the phases of the Moon, the cosmological models and the construction of calendars. In view of this, we seek to methodologically provide a contextualization of these issues, through the concept of empirical problems and research tradition based on the view of science as a problem solving activity, from Larry Laudan's epistemology. With this, it is expected to contribute to: the instrumentalization of teachers and students in addressing these themes; the expansion of the exploration of historical episodes using this framework; and communicating research results to the physics and science education community in general.

Keywords: epistemology, history of science, astronomy education, science education, physics education.

Introdução

Como um pequeno recorte de pesquisa, este trabalho apresenta uma narrativa histórica sobre a origem dos problemas empíricos astronômicos (PEA) responsáveis pelo desenvolvimento da astronomia e da cosmologia (AC) no longo contexto investigativo da tradição de pesquisa grega (TPG). Suas justificativas encontram-se na relevância dos benefícios de se ensinar sobre a história da ciência (HC), preconizados pela literatura do ensino de ciências (EC) e pelos documentos oficiais (DO) da educação brasileira.

Na literatura, constata-se que ensinar sobre (HC) e do pensamento científico tem contribuído substantivamente para a melhoria do EC, especialmente, para o ensino de física (EF). Justamente porque a abordagem dos conteúdos científicos torna-se mais contextualizada em diversos aspectos. Especificamente, professores e estudantes têm adquirido um melhor entendimento e significado de conceitos, leis, modelos, princípios e teorias científicas e de suas funções em uma estrutura teórica (MATTHEWS, 2018). Coadunando com esses benefícios, os DO preconizam como objetivo de aprendizagem à necessária compreensão estudantil sobre a relação Terra e Universo (TU), em vista do desenvolvimento de competências e habilidades para “interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais” (BNCC, 2018, p. 548). Em face disso, defende-se também que a contextualização histórica da ciência permite a superação da simples exemplificação de conceitos e fatos científicos. Uma vez que seus desdobramentos implicam na valorização estudantil desses conhecimentos e suas aplicações “na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho e no enfrentamento de questões de consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras” (BNCC, 2018, p. 549).

Nessa direção, o trabalho de Lameu e Langhi (2018), fruto da análise dos DO (ensino fundamental e médio), destaca alguns assuntos, temas e/ou tópicos importantes para o ensino da relação TU, a saber: o sistema solar; o planeta Terra; o movimento de rotação terrestre; os fenômenos do dia e da noite, o movimento de translação dos planetas; as estações do ano; os modelos cosmológicos geocêntricos e heliocêntricos; os pontos cardeais; a construção de calendários; o relógio solar; as fases da Lua; a esfera celeste; as constelações; distâncias entre os corpos celestes; a gravidade; e as galáxias. A luz da BNCC, no ensino médio, esses tópicos devem ser aprofundados para permitir que os estudantes possam investigar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais. Desta

forma, metodologicamente, procura-se contextualizar historicamente alguns desses assuntos, mediante a operacionalização dos conceitos de problemas empíricos (PE) e de tradição de pesquisa (TP) da visão epistemológica de Larry Laudan. Com isso, espera-se contribuir com: a instrumentalização de professores e estudantes na abordagem desses temas; a ampliação da exploração de episódios históricos mediante esse referencial (BATISTA & PEDUZZI, 2019); e a comunicação dos resultados de pesquisa à comunidade do EF e da educação científica de modo geral.

Aspectos gerais da visão de ciência laudiana como atividade de solução de problemas

Em sua obra mais importante, *O Progresso e seus Problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico*, a principal tese do físico e filósofo da ciência Larry Laudan, é a de que “a ciência é, acima de tudo, uma atividade intelectual de solução de problemas” (Laudan, 2011, p. 20), isto é, as perguntas da ciência e o foco do pensamento científico. Metodologicamente, Laudan analisa a ciência e a produção de conhecimento científico por uma via cognitiva internalista, fazendo uso de vários exemplos da HC, para referendar seus conceitos, ideias e pressupostos filosóficos. Em termos gerais, ele defende que: o conhecimento científico é produto de um empreendimento racional coletivo; o progresso científico não ocorre por acúmulo de conhecimentos, mas por aspirações intelectuais da ciência e; a existência de teorias rivais dentro de um contexto investigativo é regra, não exceção. Pertencente ao grupo dos *historicistas da racionalidade*, Laudan acredita que a racionalidade da ciência está ligada à escolha de teorias progressivas, isto é, as que resolvem mais PE do que suas antecessoras e rivais, e se deparar com pouca ou nenhuma anomalia. Ele acredita também que para vislumbrar uma imagem diferente da natureza da ciência e da produção do conhecimento científico, é preciso abrir mão dos conceitos e linguagens filosóficas, tais como, grau de confirmação, conteúdo explicativo, corroboração e afins, que levaram ao fracasso a análise tradicional da ciência.

Fornecendo uma taxonomia dos problemas científicos, Laudan classifica-os em PE e os *problemas conceituais* (PC). Os PE são definidos como “questões substantivas acerca dos objetos que constituem o domínio de determinada ciência” (LAUDAN, 2011, p. 23). Por exemplo, à astronomia, à cosmologia e à física cabe explicar o movimento retrógrado dos planetas, a queda dos corpos; a estrutura do Universo e todos os fenômenos celestes e terrestres em seus domínios. É válido destacar que os PE se desdobram em três tipos, os empíricos não *resolvidos*, *resolvidos* e *anômalos*, mas apenas se tratará aqui dos astronômicos considerados não resolvidos, que serão contextualizados. Já os PC são definidos como questões acerca das estruturas lógicas das teorias concebidas para resolver os PE (LAUDAN, 2011), esses também são subdivididos em *conceituais internos* e *conceituais externos* (*intracientífico*, *normativo* e *de visão de mundo*), que não serão operacionalizados devido ao objetivo e extensão deste trabalho. Destarte, os PC se manifestam respectivamente: como incompatibilidades lógicas dentro da própria teoria; entre teorias de diferentes áreas do saber; entre uma teoria e a regra metodológica predominante; e no conflito entre uma teoria e a visão de mundo pertencente ao quadro conceitual geral. Por exemplo, o conflito de visão de mundo

entre o sistema heliocêntrico copernicano e a visão de mundo geocêntrica pitagórica incorporada por Platão, Aristóteles, Ptolomeu e seus defensores, do início da Idade Média até século XVI. Por fim, Laudan postula o conceito de TP como “um conjunto de afirmações e negações ontológicas e metodológicas”, que proporcionam diretrizes para o desenvolvimento de teorias específicas, cuja finalidade é resolver os PE (LAUDAN, 2011, p.113). No contexto investigativo grego foram desenvolvidos os modelos cosmológicos (MC) e as teorias planetárias para tentar explicar os PEA. Portanto, a ideia principal do conceito de TP é mostrar que os problemas da ciência estão diretamente ligados a um contexto científico marcado por compromissos ontológicos e metodológicos, que determinam as perguntas, os métodos de investigação e orientam a elaboração de modelos e teorias visando à solução de problemas. Além disso, esse conceito pode ser compreendido como uma ideia alternativa ao paradigma kuhniano, em período de ciência normal, ou ao programa de pesquisa lakatosiano.

A origem e a contextualização de alguns dos principais problemas empíricos astronômicos no contexto da tradição de pesquisa grega

Operacionalizando os conceitos de Laudan na história da astronomia e da cosmologia grega (HACG), a contextualização dos PEA perpassa por situar sua fonte de origem, a partir da contribuição da civilização babilônica. Por volta de 700 a 800 anos antes de Cristo, os astrônomos babilônicos sistematizaram um amplo registro de observações celestes sobre as posições dos planetas, as fases da Lua, os eclipses, confeccionando, inclusive, calendários (NEUGEBAUER & SACHA, 1966). Posteriormente, herdado pela civilização grega, Laudan (2011) afirma que esse amplo registro permitiu, dentro do contexto da TPG, a prescrição dos PEA que fomentaram o desenvolvimento da astronomia e da cosmologia grega (ACG). Ratificando essa afirmação, Aaboe (1958) revela que, além da prática da astronomia na Babilônia está associada às necessidades básicas da vida cotidiana, a objetivos religiosos e místicos astrológicos. Não existem evidências acerca de nenhuma preocupação dos babilônios em fazer qualquer conexão entre seus conhecimentos celestes e a estrutura do Universo. Com efeito, é justamente essa preocupação que se torna evidente no empreendimento científico iniciado pelos gregos, especialmente, no século VI a. C, mediante os fundamentos conceituais, filosóficos e metafísicos encontrados na visão cosmológica de Pitágoras de Samos (570 - 495 a. C). Este filósofo e matemático desenvolveu um MC esférico para a estrutura do Universo, fundamentado em sua *teoria da harmonia das esferas* (KOESTLER, 1989). Posteriormente, essa teoria foi incorporada e desenvolvida por seu discípulo Filolau de Crotona (470 - 385 a. C), pelo astrônomo Heráclides de Ponto (390 - 310 a. C) e por Aristarco de Samos (310 - 230 a. C), autor da ideia heliocêntrica, atribuída erroneamente a Nicolau Copérnico (1473 - 1543), em livros didáticos de física.

Destacando o primeiro PEA, essas cosmologias foram desenvolvidas tendo como objetivo explicar **as distâncias orbitais dos planetas** – DOP – (DREYER,

1953). Para esse problema é válido destacar as explicações de Pitágoras, de Filolau e de Aristarco, para mostrar o avanço progressivo da ACG, nesse contexto. Por exemplo, Pitágoras explicava que as DOP estavam relacionadas com os intervalos das sete notas de uma escala musical. O intervalo formado entre a Terra e a Lua (um tom), da Lua a Mercúrio (um semitom), de Mercúrio a Vênus (um semitom), de Vênus ao Sol (uma terça menor), do Sol a Marte (um tom), de Marte a Júpiter (um semitom), de Júpiter a Saturno (um semitom) e de Saturno às estrelas fixas (uma terça menor) (KOESTLER, 1989). Diferentemente, Filolau atribuiu a cada corpo celeste um movimento circular com velocidades rotacionais sendo proporcionais à distância dos planetas ao centro do Universo. Todavia, ele não teve condições de atribuir números a essas velocidades, mas expressou que elas tinham um relacionamento matemático inteligível (HUFFMAN, 1993). Ele ordenou esses corpos de acordo com o tempo de revolução orbital. Entre aqueles que apresentavam maiores *períodos sinódicos* estavam Saturno (29 anos) e Júpiter (12 anos), indicando sua proximidade com as esferas das estrelas, mais do que com a Terra. Marte vinha, a seguir, com (2 anos); o Sol, Mercúrio e Vênus, possuíam o mesmo período sinódico médio de (1 ano), e a Lua o período de um mês. Representando um avanço científico, Aristarco resolveu o problema DOP, calculando as distâncias relativas entre Terra-Lua-Sol. Ele aplicou teoricamente a *lei dos senos* em um triângulo retângulo formado por esses três corpos celestes, e deduziu que a razão entre a distância Terra-Sol era de 19 vezes a distância Terra-Lua. Hoje sabemos que essa distância Terra-Sol é 383 vezes a distância Terra-Lua. Contudo, o significado máximo dos cálculos de Aristarco foi justamente o tratamento matemático quantitativo dado a esse PE, em detrimento da pura e simples especulação filosófica de seus antecessores.

Retomando a importância dos compromissos ontológicos e metodológicos da TPG, para prescrever o PEA do **movimento de retrogradação dos planetas** (MRP), Platão (428 - 348 a. C) incorporou alguns fundamentos conceituais, filosóficos e metafísicos herdados das cosmologias de Pitágoras e de Filolau, para prescrever, mais a frente, a principal pergunta que orientou as investigações da ACG. Dentre esses fundamentos estavam: a *lei da harmonia*; o conceito de simetria e de beleza matemática representada pela geometria; o poder da matemática em reduzir a *Realidade* da natureza a série e razões numéricas; o conceito de movimento circular uniforme associado ao movimento dos planetas; a esfericidade da Terra, em Pitágoras estacionária no centro do Universo, mas em Filolau um planeta com um movimento de rotação axial com um período de 24 horas, para explicar o PEA ligado ao **fenômeno do dia e da noite**; a correta ordenação dos corpos celestes, a partir da Terra (Lua, Sol, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno); a ideia de um universo hierarquicamente ordenado – representado pelo conceito de *cosmos* –; e, por fim, a ideia de que os corpos mais próximos do centro se movem mais rapidamente e os mais afastados, mais lentamente (KOESTLER, 1989). De posse desses fundamentos, Platão desenvolveu suas ideias em suas obras *Timeu*, *Phaedo*, *A República* e *As Leis*. Especialmente em *A República*,

escrito em forma de diálogos, ele afirmou, segundo os seus dois personagens Sócrates e Glauco:

Sócrates - É com problemas, portanto, que nos dedicaremos à astronomia, tal como à geometria; e dispensaremos o que há no Céu, se quisermos realmente tratar da astronomia [...]. Glauco - Realmente é um trabalho complicado, em relação ao que têm agora, esse que tu prescreves aos astrônomos. Sócrates - Penso que faremos prescrições para as outras ciências no mesmo estilo, se de alguma coisa servirmos como legisladores. (PLATÃO, 1949, p. 242).

Diante desse objetivo, Platão formulou a seguinte pergunta associada ao MRP: *Quais são os movimentos circulares uniformes e ordenados que possam ser tomados como hipóteses para explicar os movimentos aparentes dos planetas?* (ÉVORA, 1993, p. 23). Como PEA contundente na HACG, os gregos sabiam que os cinco planetas, e a Lua, apresentavam movimentos semelhantes, porém mais complexo que o movimento anual do Sol pela eclíptica. Em seus movimentos diurnos, os planetas se deslocavam para o ocidente da esfera celeste, em relação às estrelas fixas, movendo-se gradativamente para o leste, até regressarem para suas posições de origem. Nesse deslocamento se mantinham próximos à eclíptica, mas vagavam ora para o norte desta, ora para o sul, traçando um laço do MRP. Não obstante, outro PEA referente às **fases da Lua** consistia no seguinte: as observações da Lua mostravam que esse corpo celeste se movia pela eclíptica mais rapidamente do que o Sol. Em seu percurso, ela completava uma volta através do zodíaco em um tempo médio de 27 dias, mas com uma diferença de 7 horas em relação ao tempo médio estimado. Além disso, julgava-se importante compreender a forma como seu disco varia visivelmente ao longo do percurso, isto é, entre os ciclos das fases de Lua Nova a Lua Cheia. Isso porque cada ciclo lunar através do zodíaco levava em média um mês. Porém, os dois ciclos lunares (cheia e nova) tinham uma diferença significativa de 7 horas. A Lua Nova reaparecia em média a cada 29,5 dias, mas os ciclos individuais diferiam dessa média, quase 12 horas. Significando dois dias a mais do que o período de uma viagem média ao longo do zodíaco. As sucessivas posições da Lua Nova entre as constelações deslocavam-se cada vez mais para leste. Se a fase nova ocorresse num determinado mês, em um ponto do equinócio da primavera, passados 27 e 1/3 de dias, ela voltava a passar por esse ponto, mas em fases decrescentes. Nesse percurso, a fase nova não aparecia até que se passassem 2 dias – altura na qual a Lua se deslocava quase 30° graus para leste do equinócio. Esse destaque para o movimento irregular da Lua, em relação ao Sol, é o primeiro exemplo de um PE relacionado ao **movimento de translação dos planetas** (MTP).

No que se refere à **confeção de calendários lunares**, os astrônomos e matemáticos tentaram rapidamente “organizar estas unidades fundamentais em um calendário duradouro coerente – um que permitisse a compilação de registros históricos e a preparação de contratos para serem cumpridos em datas futuras específicas” (KUHN, 1990, p. 67). Por isso, “somente uma teoria matemática

complexa, exigindo gerações de observações sistemáticas e estudos, podia determinar a duração de um futuro mês específico” (Idem). Aliado a isso, “alguns métodos sistemáticos deviam ser criados para inserir, um mês ocasional de trinta dias, em um ano (354 dias) básico de 12 meses lunares” (Idem). Por fim, considerado também como um problema técnico, essas necessidades se tornaram uma ponte para Copérnico encetar uma profunda reforma da astronomia de seu tempo, ao resgatar a ideia heliocêntrica do MC de Aristarco de Samos; defender o **movimento de rotação da Terra** (MRT) em torno do seu próprio eixo (ideia de Filolau), para explicar o fenômeno do dia e da noite; e seu **movimento de translação** em torno do Sol, para explicar **as estações do ano**. Destaca-se que o movimento da terra tornou-se o PEA mais contundente para a aceitação do sistema astronômico copernicano. Justamente porque, além de contrariar a percepção de senso comum da visão humana, era uma ideia contrária à visão de mundo geocêntrica profundamente arraigada no pensamento astronômico e cosmológico ocidental por mais de dois mil anos. Além disso, é importante destacar que MRT gerou outras perguntas de natureza empírica. A saber: (i) *por que os corpos não são ejetados para fora da terra devido ao seu rápido movimento de rotação?*; (ii) *Existe alguma experiência terrestre que mostre que a Terra se move?* A pergunta (i) foi amplamente discutida na defesa do sistema copernicano por Giordano Bruno e Galileu Galilei, e tornou-se, em parte, uma das perguntas responsáveis pelo desenvolvimento da teoria da gravidade newtoniana. Já (ii) somente foi solucionada com a observação da paralaxe em 1838 por um grupo de astrônomos liderados pelo francês Friedrich Bessel (1784 - 1846). Por fim, além desses problemas destacados, as tarefas dos astrônomos antigos até Copérnico eram a de: (1) oferecer uma explicação sobre o MRP; (2) explicar por que Vênus e Mercúrio são vistos nas proximidades do Sol; (3) explicar por que Marte, Júpiter e Saturno podiam ser vistos em oposição ao Sol; e (4) explicar a ordem de afastamento dos planetas com relação ao Sol (KUHNS, 1990). Tarefas essas que levaram a ACG para outro patamar de desenvolvimento, começando com a elaboração da *teoria planetária das esferas concêntricas* de Eudoxo de Cnido (408 - 355 a. C). A primeira teoria planetária elaborada para resolver o MRP, seguida, posteriormente, pela teoria planetária do epiciclo-deferente, de Apolônio de Perga (262 - 194 a. C), que foi aperfeiçoada pelo astrônomo Claudio Ptolomeu (90 – 168 d. C) e estar contemplada por sua obra *Almagesto* – que contempla a solução cinemática de todos os PEA contextualizados.

Ao observar o objetivo deste trabalho e suas justificativas, acredita-se que essa contextualização dos PEA, mediante os conceitos laudanianos de PE e TP, permitem a professores e estudantes uma possibilidade de compreender a relação Terra e Universo, por meio dos problemas da ciência. Como se procurou demonstrar, os PEA originaram-se das fontes de dados celestes babilônicos e impulsionaram o desenvolvimento da ACG, principalmente, com a elaboração de MC e teorias planetárias para resolvê-los. Nesse sentido, é possível perceber que os conceitos, leis, modelos, princípios e teorias são frutos dos processos investigativos das perguntas da ciência, revelados por sua própria e significativa história.

Referências

- AABOE, A. On Babylonian Planetary Theories. **Centaurus**, Tonino, v. 5, n. 3-4, p. 209-277, 1958. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.16000498.1958.tb00499.x>>. Acesso em: 26 fev. 2020.
- BATISTA, C. A. S.; PEDUZZI, L. O. Q. Concepções Epistemológicas de Larry Laudan: uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do ensino de ciências e ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.24, n.2, p.38-55, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p38>>. Acesso: 26 fev., 2020.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso: 18 jun., 2020.
- DREYER, J. L. E. **A history of astronomy from Thales to Kepler**. New York: Dove Publications, 1953.
- ÉVORA, F. R. R. **A Revolução Copernicana-Galileana: astronomia e cosmologia pré-galileana**. Campinas: Ed. da Unicamp, 1993. v.1.
- HUFFMAN, A. C. **Philolaus of Croton: Pythagorean and Pre-Socratic**. New York: Cambridge University Press, 1993.
- KOESTLER, A. **O Homem e o Mundo: como a concepção do universo se modificou através dos tempos**. 2ª ed. São Paulo: Ibrasa, 1989.
- KUHN, T. **A Revolução Copernicana: a astronomia planetária no desenvolvimento do pensamento ocidental**. Lisboa: Edições 70, 1990.
- LAMEU, L. P.; LANGHI, R. O Sistema Solar no CD: um objeto de aprendizagem de astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira, n. 25, p. 71-93, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.37156/RELEA/2018.25.071>>. Acesso: 26 fev. 2020.
- LAUDAN, L. **O Progresso e seus Problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico**. Tradução Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Ed. da UNESP, 2011.
- MATTHEWS, M. R. The Nature of Science and Science Teaching. In: MATTHEWS, M. R. (Org.). **Science Teaching: the contribution of history and philosophy of science**. London: Routledge, 2018. p. 387- 411.
- NEUGEBAUER, O.; SACHS, A. Astronomical Cuneiform Texts, II. **Journal of Cuneiform Studies**, London, v. 22, n. 3-4, p. 92-113, 1968. Disponível em: <<https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.2307/1359125>>. Acesso em: 26 fev. 2020.
- PLATÃO. **A República**. Tradução Maria Helena da Rocha Pereira. 9ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1949.
- PEDERSEN, O. **Early Physics and Astronomy: a historical introduction**. New York: Cambridge University Press, 1993.

AS IMAGENS NÃO SÃO MERAS ILUSTRAÇÕES: UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA E CULTURAL PARA O ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS

IMAGES ARE NOT SIMPLY ILLUSTRATIONS: A HISTORICAL AND CULTURAL PERSPECTIVE FOR TEACHING THE PARTICLE PHYSICS THEME

Jonathan Thomas de Jesus Neto¹, Henrique César da Silva²

¹ IFSC/Campus São José, jonathantjneto@gmail.com

² UFSC/MEN-CED e PPGECT, henriquecsilva@gmail.com

Resumo

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma perspectiva histórica e cultural para que as imagens *de* partículas elementares sejam trabalhadas no âmbito escolar. Essa perspectiva foi baseada em pesquisas que adotam Foucault como referencial teórico-metodológico. São pesquisas que nos deram subsídios discursivos sobre como a imagem permeia a nossa sociedade, e que evidenciaram as práticas discursivas e não discursivas que tornam possível uma imagem enquanto imagem *de* partícula elementar. Ainda, essa perspectiva foi fundamentada em análises históricas em que se entende que as imagens *de* partículas elementares estão ligadas à cultura material do laboratório, com suas condições materiais, histórico-sociais e institucionais de produção e circulação. Partindo dessa perspectiva, identificamos que há uma abordagem frutífera em que as imagens não são tratadas como meras ilustrações, podendo ser mobilizadas em práticas de ensino sobre partículas elementares, em que o trabalho *sobre* e *com* as imagens pode fomentar discussões profundas sobre o objeto físico *partícula elementar*. Nesta perspectiva, trata-se de trabalhar, no contexto do Ensino Médio, a opacidade da imagem, discutindo a história e cultura de sua produção e circulação, contemplando os aspectos científicos e sociais que estão relacionados, trabalhando as condições que produzem a evidência, e o efeito de um único sentido para este objeto simbólico e sua relação com a natureza.

Palavras-chave: Imagens, Partículas elementares, História Cultural, Cultura Material, Foucault.

Abstract

This work had as objective to present a historical and cultural perspective so that the images of elementary particles are worked in the school scope. This perspective was based on research that adopts Foucault as a theoretical-methodological framework. These are researches that have given us discursive subsidies on how the image permeates our society, and that have shown the discursive and non-discursive practices that make an image possible as an elementary particle image. Still, this perspective was based on historical analyzes in which it is understood that the images of elementary particles are linked to the material culture of the laboratory, with its material, historical-social and institutional

conditions of production and circulation. From this perspective, we identified that there is a fruitful approach in which the images are not treated as mere illustrations, and can be mobilized in teaching practices about elementary particles, in which the work on and with the images can foster deep discussions about the particle physical object. elementary. In this perspective, it is about working, in the context of high school, the opacity of the image, discussing the history and culture of its production and circulation, contemplating the scientific and social aspects that are related, working on the conditions that produce the evidence, and the effect of a single meaning for this symbolic object and its relationship with nature.

Keywords: Images, Elementary Particles, Cultural History, Material Culture, Foucault.

Introdução

As “imagens de partículas elementares” que conhecemos hoje nem sempre foram correlacionadas diretamente com os objetos do mundo que hoje vemos ali *representados*. Houve um período em que aquelas que tomamos hoje como “imagens de partículas elementares” eram consideradas fotografias de fenômenos físicos de radiação, ou fenômenos meteorológicos simulando nuvens da atmosfera em laboratório. As práticas que produziram e constituíram as imagens de partículas elementares, enquanto objetos do mundo, ocorreram simultaneamente ao desenvolvimento dos saberes¹ sobre o objeto que enunciam. Este processo levou décadas envolvendo práticas de produção de imagens, e concomitantemente, trouxe outras diversas práticas sociais desde o final do século XIX.

Na Física de Partículas, as entidades envolvidas, as partículas elementares, não são do universo visível, não se comportam como as entidades visíveis. Mas, quando propomos *representar* as partículas elementares por imagens, quais aspectos visíveis dialogam com esse universo invisível, inacessível e não compreensível em termos da Física Clássica? No ambiente escolar, para diferentes temas da física, usam-se imagens para reproduzir seus fenômenos, são evocadas situações e objetos cotidianos conhecidos, experienciados pelos estudantes, utilizando-se representações matemáticas e imagéticas. Mas na prática de ensino do tema Física de Partículas elementares no Ensino Médio, raramente se costuma usar representação matemática devido à sua complexidade, de modo que as representações imagéticas ganham relevância, em se tratando de objetos invisíveis.

Nas vertentes educacionais, a imagem é encarada como importante, já que se considera que ela tem o papel de representar não apenas coisas, mas também noções ligadas a essas coisas ou conceitos (CAVALCANTE et al., 2012). Por isso, torna-se importante trabalhar efetivamente as imagens com estudantes, visto que não as tomamos como sendo transparentes (SILVA, 2006). Essa preocupação ávida com a imagem em situações de ensino, delineou, teórica-metodologicamente, pesquisas que analisaram práticas de estudantes, investigando as leituras de

¹ Saber não no sentido comum da palavra, sinônimo de “conhecimento”. Aqui significamos o saber a partir dos ensaios e reflexões de Foucault (2014) em que se define como sendo um domínio onde os objetos podem ou não adquirir o status de científico; sendo aquilo que se pode falar em uma prática discursiva específica em um domínio específico; sendo o lugar onde os sujeitos podem tomar posição de fala e falar sobre os objetos; o saber também está contido em “ficções, reflexões, narrativas, regulamentos institucionais, decisões políticas” (p. 221).

imagens em situações de ensino específicas (SILVA, 2002; REGO; GOUVÊA, 2013; NETO, 2015; GOUVÊA et al., 2016). Essas pesquisas se preocupam com aspectos que envolvem a materialidade imagética, ao mesmo tempo em que se preocupam com o potencial pedagógico que as imagens podem ter. Mas abordar essa opacidade das imagens é mais do que estimular a prática de leitura de imagens no âmbito escolar, no sentido de trabalhar as múltiplas leituras dos estudantes. Defendemos que trabalhar sua opacidade em sala de aula implica em tomá-las:

(...) como objetos de discurso, como objetos de discussão, de produção de enunciados verbais, de estudo, propiciando práticas de ensino com potencial de conectar os conhecimentos científicos e a própria existência material (social, histórica, cultural e simbólica) e restabelecendo sua opacidade por meio da relação entre o conhecimento e o mundo, da relação entre discurso e conhecimento. (SILVA; NETO, 2018, p. 144).

Nesse cenário, muitas dessas imagens, escolhidas para situações pedagógicas, são percebidas pelos professores e estudantes sem a devida importância, pois elas são vistas sob um efeito de transparência, de único sentido. Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de propor uma perspectiva histórica e cultural para que a opacidade (SILVA; NETO, 2018) das imagens de partículas elementares seja trabalhada no âmbito escolar, enquanto objeto e não instrumento de ensino. Isto é, que as imagens apareçam não como meras ilustrações, não como detentoras de um único sentido, não como objetos simbólicos que correspondam univocamente à realidade, e sim como formas simbólicas historicamente elaboradas, como objetos construídos que participam da construção dos campos de saberes, que fazem parte da produção cultural, social e institucional dos saberes científicos. Assim, partimos das análises e proposições desenvolvidas em Silva e Neto (2018) e Neto (2019) para propor uma perspectiva histórica e cultural como possibilidade de mediações no ensino de física de partículas.

As condições de existência e circulação das imagens de partículas elementares

Em recente pesquisa (NETO, 2019)² que articulou a arqueologia de Foucault (2014) e a análise história da cultura material da microfísica de Galison (1997), foram analisadas as condições de existência que fizeram emergir as produções de imagens enquanto imagens *de* partículas elementares. Essa análise foi possível, considerando que as imagens podem compor enunciados, no caso, de materialidade imagética, possibilitando identificar e elencar as condições de existência desses enunciados. Resumidamente, é entendido que as condições de existência (FOUCAULT, 2014) são condições para que exista a função enunciativa, para que existam enunciados. Essas condições têm relações com as práticas discursivas e não discursivas, pois essas práticas são regras anônimas e histórias que vão definir “as condições de exercício da função enunciativa” (p. 144) e que “formam sistematicamente os objetos de que falam” (p. 55).

A análise das condições de existência mostrou que as primeiras práticas de produção de imagens da câmara de nuvens só foram possíveis devido a existência, naquele contexto histórico e cultural, de modos específicos de observar a natureza, e de retratá-la por meio da arte, e que compuseram uma rede de memórias do

² Nesta seção, apresentamos alguns dos resultados das análises da tese de Neto (2019). A proposta que apresentamos nas seções seguintes, são desdobramento dessas análises.

período vitoriano romântico. E essa rede teria relação com práticas discursivas presentes na história natural. Logo, vimos que a câmara de nuvens³ utilizou da prática da história natural, da mimese, para produzir fenômenos meteorológicos que envolviam as nuvens. A episteme⁴ em que a câmara de Wilson estava inserida, ainda não consideraria que eram partículas na câmara (NETO, 2019).

A episteme em que inicialmente se inseria a câmara de Wilson, antes de 1895, se modificou com práticas do laboratório de Cavendish, trazendo a prática de coleta de dados no lugar da imitação da natureza (mimese). Para esse laboratório, a câmara exibia íons e havia um tratamento clássico para se interpretar as trajetórias. Só mais tarde, a partir da década de 1940, com a emulsão nuclear, que a episteme seria de, efetivamente, correlacionar as várias formulações, juntar a imagem às equações, dados. Outras condições de existência surgiram, relacionando as práticas de criação de filmes fotográficos e emulsões fotográficas em que os desenvolvimentos das pesquisas envolvendo raios cósmicos levaram os físicos a não saber os detalhes sobre como ocorriam as detecções e, de outro lado, as fabricantes a não saber como funcionavam os experimentos em detalhes.

Foi no contexto da emergência da física quântica, como por exemplo, o das discussões no congresso de Solvay de 1927, que se acentuaria uma crise de uma nova positividade em que se consideravam o objeto, as imagens, os equipamentos experimentais e as equações matemáticas para produzir novas interpretações sobre as “partículas elementares”. O que se via em uma imagem da câmara de nuvens era explicitamente debatido nesse congresso. Mais tarde, na década de 50, com o uso da matemática estatística, em experimentos que geravam muitos dados, como em aceleradores de partículas, em que se produziam imagens computadorizadas, criadas a partir de muitos dados de colisões de partículas. Tal prática, era completamente distinta das anteriores. Eram imagens produzidas de forma não corporal, sem que os cientistas tivessem contato direto com o instrumento (câmera fotográfica, emulsão fotográfica, microscópio ou bulbo das câmaras), estaria relacionada com a episteme analítica que já havia sido difundida no laboratório de Cavendish.

Concomitantemente, todas essas imagens, que foram produzidas, circularam e criaram conexões entre as memórias de imagens externas (aquelas que são percebidas) e imagens internas (aquelas que são sugeridas que são “[...] ‘despertadas’ pela percepção exterior de uma imagem”) (COURTINE, 2013, p. 43). Compreender essas memórias, possibilita-nos proximidade com a descrição histórica e cultural do que foram, e estão sendo, as discursividades da iconicidade no campo científico da Física de Partículas. Além disso, permite que sejam percebidas as mudanças nas práticas discursivas que envolveram as produções das

³ Câmara de nuvens é um recipiente com uma mistura de gás em uma pressão de saturação de vapor. Essa mistura poderia ser, por exemplo, vapor de ar-água ou álcool-argônio. Se uma partícula carregada atravessa esse gás, ele se condensa e deixa uma trilha de ionização. A formação dessa trilha ocorre devido à diminuição de temperatura resultante da mistura e da supersaturação, fazendo com que o vapor se condense, formando gotículas ao longo da trilha (GRUPEN; SHWARTZ, 2008).

⁴ Episteme, ou *epistémê*, para Foucault (2014, p. 231), seria “o conjunto das relações que podem unir, em uma dada época, as práticas discursivas que dão lugar às figuras epistemológicas, à ciência, eventualmente a sistemas formalizados”. Com a ressalva de que a descrição de episteme não seria “reconstituir o sistema de postulados a que obedecem todos os conhecimentos de uma época, mas sim percorrer um campo indefinido de relações”.

imagens e os deslocamentos delas para uma circulação mais ampla na sociedade, envolvendo o plano da divulgação científica. Foi identificado que existe uma predominância da memória clássica nas imagens de partículas que circulam nos manuais de física, livros didáticos. Rastros, trajetórias, feixes de partículas apareceram constantemente nesses manuais. As características ondulatórias das partículas não são enunciadas na forma de imagens, embora possam aparecer em outras formas de formulações, como as verbais, nas equações matemáticas, mas não aparecem nas imagens que circulam nesses manuais. Nenhuma imagem desses objetos dá visibilidade a todos os aspectos de sua natureza física.

Se por um lado, são as formas de “rastros, trajetórias, linhas, círculos, esferas e bolinhas” (NETO, 2019, p. 172) que essas imagens de partículas tomam em determinadas circulações, por outro lado, é possível identificar características alternativas como nuvem, ou membranas. Ambas as formas estabelecem uma rede de memória que relacionam a imagem e seu objeto, constituindo enunciados imagéticos diferentes. Simultaneamente, o texto e a legenda aparecem para compor ainda os enunciados imagético sobre esses objetos enquanto partículas elementares. Exibindo uma prática discursiva específica em que as imagens são lidas também pelos textos. As imagens ditas de partículas elementares passam por dispersões variadas, ganhando sentido por associações a diferentes memórias.

A opacidade das imagens

Silva e Neto (2018) defendem que trabalhar a “opacidade” das imagens seria dar visibilidade aos efeitos que produzem a sensação de “evidência de um único sentido para um objeto simbólico”. Para isso, seria necessário desconstruir esse efeito de “transparência”, de “univocidade e inequivocidade” entre “imagem e mundo”. Pode-se dizer que para o caso das imagens de partículas elementares, elas são opacas porque:

- 1) se inscrevem em diferentes formações discursivas, estabelecendo relações de intericonicidade com outras imagens, vistas, imaginadas;
- 2) entre as formações discursivas que lhes dão sentido e as conectam com a realidade, encontram-se modos distintos de pensar a realidade, particularmente aquele associado à concepção de realidade da física clássica e aquele associado à concepção da teoria quântica, marcado pela dualidade partícula-onda. Assim, os acontecimentos discursivos relativos a essas imagens se inscrevem em memórias que podem retomar sentidos já ultrapassados na física contemporânea, no modo como esta concebe esses objetos, entidades, do mundo do muito pequeno (microfísica), da ordem da escala dos átomos e seus componentes e outras entidades, como os fótons;
- 3) seus significados estão ligados à cultura material do laboratório, com suas condições materiais, histórico-sociais e institucionais de produção e circulação;
- 4) um aspecto relacionado à opacidade delas diz respeito às relações que se estabelecem com a linguagem verbal. (SILVA; NETO, 2018, p. 143).

Por isso, abordar as condições de existência e a circulação das imagens – aspectos históricos e culturais – em situações de ensino, pode fazer realçar essa opacidade das imagens enquanto imagens de partículas. Em uma abordagem como essa, almeja-se evidenciar aspectos da natureza da ciência, da controvérsia entre os cientistas sobre a quântica, do cotidiano do laboratório, das instituições que participaram da produção das imagens, das características da sociedade

relacionadas as questões de gênero, das relações políticas para o provimento de pesquisas⁵.

Perspectivas de ensino e seus desafios

A perspectiva histórica e cultural para o ensino do tema *física de partículas* que propomos neste trabalho, não tem o objetivo de apontar um método para abordar as imagens em situações de ensino no sentido de descrever o que deve ou não ser feito no âmbito escolar. Tivemos como intenção elaborar uma perspectiva que possa se desdobrar em diversos caminhos, que aponta aspectos potenciais a serem explorados no âmbito escolar, e que poderá nortear a elaboração de futuras mediações e situações de ensino. Tratou-se de elencar aspectos de uma concepção derivados de análises empíricas de pesquisa já realizadas, que podem ser mobilizados na produção de mediações pedagógicas.

O primeiro aspecto abrange questões envoltas sobre a realidade que as imagens fomentam. Quando buscamos trabalhar a opacidade das imagens que conectam a materialidade imagética com a realidade, produzindo, em nível de discurso, o objeto *partículas elementares*, é possível que seja derivadas situações de ensino que discutam profundamente as concepções de realidade da física clássica, da física quântica e da física de partículas elementares. Na prática, se for retomada a história das imagens da câmara de nuvens, por exemplo, seria possível analisar a produção histórica das imagens e conjuntamente discutir as concepções clássicas que estão presentes. Contextualizando os aspectos culturais do uso da fotografia e ao mesmo tempo, evidenciando que as imagens antecederam as concepções quânticas, e se reformularam, após essas concepções. Por isso, ver as imagens de partículas no início do século XX, quando concepções de átomo ainda estavam em desenvolvimento, tornou possível que rastros fossem entendidos como trajetórias de partículas, eliminando margem para questões ondulatórias nas imagens. Evidentemente, outras práticas que envolveram as imagens podem ser explicitadas, como, por exemplo, suas produções por meio de fotografias, câmaras, emulsões, equações, estatísticas computadorizada, diagramas de Feynman. Por esse ângulo, uma discussão como essa contribuiria para o entendimento de como se deram os saberes sobre as partículas elementares, levando-nos a compreender porque as imagens produzem os efeitos de transparência; porque criam concepções de realidade que extrapolam a dualidade partícula-onda; porque criam a fala que discursa “isto é uma partícula”.

Um segundo aspecto seria fazer aparecerem as memórias das imagens que são depositadas nos vários períodos históricos. Assim, seria possível derivar situações de ensino em que os sujeitos, estudantes e professores, possam confrontar a história, e encontrar lá as memórias do objeto “partícula elementar” sendo construído junto com a produção das imagens. Efetivamente, seria criar situações que estimulem o diálogo com as condições de existências que apontamos de forma resumida anteriormente. Abordando questões sobre: o período vitoriano

⁵ Podemos trabalhar questões de gênero discutindo como as mulheres participavam da ciência no século XX. Em experimentos de emulsões fotográfica, por exemplo, foram criadas equipes de mulheres, chamadas de “scanners”, por considerá-las meticulosas. Treinando-as para ler as emulsões em busca de partículas. E podemos trabalhar questões políticas, abordando, por exemplo, o incentivo e financiamento que foram dados aos experimentos de emulsão nuclear no Brasil, logo após a segunda guerra mundial.

romântico que impulsionou a prática de observar a natureza; as práticas de olhar, de fotografar e de desenhar do século XIX; as práticas da história natural e suas mimesis; os fenômenos meteorológicos que se relacionaram com as câmaras; os saberes que circulavam no início do século XX, como o comportamento dos gases, fenômenos elétricos, raios X, constituição do átomo; as práticas instrumentais relacionadas com a câmara de Wilson, com os grupos de Scanners das emulsões nucleares; as interpretações da teoria quântica nas imagens e diagramas de Feynman; os trabalhos estatísticos, gráficos e imagens que foram criadas por meio de análise de dados por computadores.

O cerne dessa perspectiva de ensino está em criarmos narrativas que evidenciem a produção das imagens e a construção do efeito de evidência, efeito que liga imagens a certos objetos e não outros, fazendo com que o ato de observar uma certa imagem passe a ser observar uma imagem “de partículas elementares”, observando ali o objeto que ela enuncia; observar um rastro em uma emulsão fotográfica seja observar partículas elementares; observar linhas coloridas em imagens produzidas por computador seja observar as centenas de partículas elementares que “colidiram” em um acelerador de partículas.

Narrativas levadas ao ambiente escolar que abrangem essas práticas de produção de imagens descritas até aqui vêm ao encontro de abordagens históricas no ensino que buscam evidenciar não apenas os conteúdos científicos, como também os processos de construção da ciência por meio de uma “História Cultural da Ciência” (MOURA; GUERRA, 2016, p. 725). Essa abordagem seria uma alternativa àquelas que se limitam a estudar as práticas restritas ao campo científico. Segundo Moura e Guerra (2016, p. 742), trazer esse “elemento histórico-cultural” ajuda a “justificar a necessidade da história da ciência como guia para construção dessa perspectiva cidadã”. Usando essa perspectiva é possível criarmos intervenções pedagógicas com estudos aprofundados das práticas científicas relacionados ao tema. Segundo esses autores, podemos entender que as práticas científicas não se restringiriam às atividades experimentais, há outras várias práticas laborais que inclusive podem englobar outras áreas de conhecimentos e outros aspectos e atividades culturais não consideradas estritamente científicas.

Na física de partículas, temos alguns exemplos do entrelaçamento de práticas laboratoriais e culturais. Durante o século XIX existiram práticas de olhar, de fotografar e de desenhar que estiveram presentes nas formas de olhar para os experimentos da física, Wilson desenvolveu a câmara de Nuvens preocupado em reproduzir a natureza da forma mais mimética possível, a câmara de nuvens, antes de trazer traços de partículas, tinha o objetivo de imitar nuvens, reproduzir a natureza. Para observar os traços, rastros, linhas de partículas foi necessário utilizar na câmara práticas de fotografar de Worthington. Anos mais tarde emulsões nucleares utilizaram os filmes fotográficos que já eram bastante difundidos naquela época. No caso das emulsões fotográficas, o uso do microscópio modificou a prática que existia entre as coisas e os olhos, entre os traços das emulsões e a percepção.

Considerações finais

Em suma, algumas pesquisas (NETO, 2019; SILVA; NETO, 2018) já vêm demonstrado que a imagem não dá conta por si só de ser significada a partir da noção de dualidade partícula-onda, e a relação da radiação com a matéria. A partícula que é invisível no nosso mundo visível, extrapola o simbólico imagético que

é visível: em outras palavras, todas as imagens de partículas estão por exibir algo que o nosso olho vê, mas a partícula elementar não é visualizada da mesma forma que vemos um objeto no nosso cotidiano, da mesma forma que vemos uma bola de bilhar, por exemplo. Não observarmos as partículas é uma característica intrínseca à sua natureza de partícula elementar quântica. Por isso, a união da preocupação em restituir opacidade às imagens (SILVA; NETO, 2018) e trazer a História Cultural da Ciência (MOURA; GUERRA, 2016) tem se mostrado frutífera para o desenvolvimento de abordagens de ensino do tema de partículas elementares.

Por fim, almejamos neste trabalho, a partir de Silva e Neto (2018) e Neto (2019), propor uma abordagem para que as imagens não sejam meras ilustrações a serem mobilizadas em práticas de ensino sobre partículas elementares. Propomos que elas não sejam mobilizadas para se falar de algo como se evidenciassem, representassem, de modo transparente, ao modo de uma correspondência unívoca. Defendemos que elas surjam para fomentar discussões profundas sobre o objeto partícula, discutindo uma das formas (a imagem) que o objeto é enunciado enquanto objeto da realidade e prática cultural científica.

Referências

- CAVALCANTE, A. L. B. L. et al. Epistemologia da Imagem: o concreto, o abstrato e a metáfora das imagens de uma organização. **Projetica**, v. 3, p. 183-192, 2012.
- COURTINE, J. **Decifrar o corpo: pensar com Foucault**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- FOUCAULT, M. **A Arqueologia do Saber**. 8 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2014.
- GALISON, P. L. **Image and logic: a material culture of microphysics**. Chicago: The University of Chicago, 1997.
- GRUPEN, C.; SHWARTZ, B. A. **Particle Detectors**. 2ª ed. New York: Cambridge University Press, 2008.
- MOURA, C. B.; GUERRA, A. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725–748, dez. 2016.
- NETO, J. T. J. **História e cultura de imagens de partículas elementares: condições de existência e circulação**. Florianópolis: UFSC, 2019. 203f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). UFSC, Florianópolis, 2019.
- NETO, J. T. J. **Imagens, conhecimento físico e Ensino de partículas elementares: Discursos na formação inicial de professores de física**. Florianópolis: UFSC, 2015. 162 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). UFSC, Florianópolis, 2015.
- REGO, S. C. R.; GOUVÊA, G. Imagens na disciplina escolar Física: Possibilidade de leitura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 127-142, 2013.
- SILVA, H. C. et al. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 12, p. 219-233, 2006.
- SILVA, H. C.; NETO, J. T. J. Transparência versus opacidade na educação em ciências: as imagens na física de partículas elementares. **Em Aberto**, Online, Brasília, v. 31, n. 103, p. 125-147, set./dez. 2018.

Linha 3

Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o ensino de Física

Posters

Pesquisa sobre o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino e aprendizagem de conceitos de Física; epistemologia e ensino de Física; estudos historiográficos e ensino de Física; natureza da Ciência e o ensino e aprendizagem de Física; Sociologia do conhecimento científico no ensino de Física.

“ENTÃO AS LUZES SE CURVARAM”: UMA NARRATIVA HISTÓRICA PARA DEBATER A ASCENSÃO DA RELATIVIDADE GERAL

“SO THE LIGHTS HAVE BENT”: A HISTORICAL NARRATIVE TO DEBATE THE ASCENT OF GENERAL RELATIVITY

Fernando Domingos¹, Alexandre Bagdonas², João Zanetic³

¹Universidade de São Paulo, PIEC, fernandodomingos@usp.br

²Universidade Federal de Lavras - UFLA, alebagdonas@gmail.com

³Universidade de São Paulo, zanetic@ifusp.br

Resumo

Apresentamos no presente trabalho elementos que embasarão a construção de uma narrativa histórica que tem por objetivo debater sobre ciências e a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade no início do séc. XX. Basicamente, uma narrativa histórica é uma estrutura comunicativa que busca descrever a relação de causa-efeito entre eventos que se passam em um contexto particular e também seus impactos sobre as personagens que a compõem. O argumento em favor das narrativas históricas se dá por conta de sua constância no desenvolvimento humano, bem como suas diversas potencialidades voltadas ao ensino, dentre as quais salientamos o envolvimento emocional do leitor ou ouvinte, criação de empatia e identificação, estímulo da imaginação, dentre outros. Tratamos aqui, em forma de narrativa, do episódio da expedição do eclipse de 1919, dando especial atenção à figura de Arthur Stanley Eddington. A escolha do episódio e da personagem se justificam uma vez que por meio deles podemos discutir diversos aspectos relacionados à Natureza da Ciência, tais como: a influência de valores pessoais, aspectos políticos-ideológicos e religiosos, além da influência da mídia no trabalho científico.

Palavras-chave: História da Física; Narrativas Históricas; Ensino de Física; Natureza da Ciência; CTS.

Abstract

This paper presents elements that will support the construction of a historical narrative that aims to debate about sciences and the relationship between Science, Technology and Society at the beginning of the 20th century. Basically, a historical narrative is a communicative structure that seeks to describe the cause-effect relationship between events that take place in a particular context. The argument in favor of historical narratives is due to their constancy in human development, as well as their potentialities on science teaching, among which we emphasize the emotional involvement of the reader / listener, promotes empathy and identification, stimulation of the imagination, among others. We approach here, in narrative form, on the episode of the 1919 eclipse expedition, giving special attention to the figure of Arthur Eddington. The choice of episode and character is justified since through them we

can discuss various aspects related to the Nature of Science, such as: the influence of personal values, political-ideological and religious aspects, as well as the influence of the media on scientific work.

Keywords: History of Physics; Historical Narratives; Physics Teaching; Nature of Science; STS.

Introdução

Narrativas, histórias, anedotas, mitos, causos e ficções são parte da vida humana desde que os nossos mais rudimentares ancestrais deram seus primeiros passos neste planeta. Estudos sugerem que nossa sociedade só se mantém coesa e organizada graças à crença dos indivíduos em certos mitos e narrativas. O primatólogo Frans de Waal¹, analisando chimpanzés, notou que esses animais se reúnem em grupos de no máximo 50 indivíduos, sendo que em número superior a este, a ordem social do grupo tende a se desestabilizar ocorrendo rupturas e formação de novos grupos. Evolutivamente, temos ancestrais em comum com os chimpanzés, e muito provavelmente, comportamentos semelhantes faziam parte da vida dos seres humanos arcaicos.

Não obstante, fomos observando com o passar das eras que nossos antepassados começaram a se reunir em grupos cada vez maiores, fundando vilas, cidades, reinos e nações com centenas, milhões de habitantes. Noah Yuval Harari, em seu livro “*Sapiens: Uma Breve História da Humanidade*”, comenta que isto só se tornou possível graças à criação da ficção, isto é, um grande número de estranhos podem cooperar entre si de maneira efetiva uma vez que acreditem nas mesmas narrativas. Isto vale para Estados, crenças religiosas, conjunto de leis, etc. Ou seja, toda colaboração humana em grande escala está centrada em narrativas que subjazem a imaginação coletiva (HARARI, 2015). As narrativas têm, portanto, a capacidade de despertar empatia e identificação naqueles que por meio do contar, do ler ou do ouvir, compartilham delas.

Desta forma, tendo observado a constância e importância das narrativas ao longo do desenvolvimento humano, temos utilizado delas - mais especificamente, das narrativas históricas - de maneira pedagógica, levando seu potencial para as salas de aula e buscando discutir aspectos da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Dentre as diversas vertentes da educação CTS nos debruçamos sobre a chamada *Corrente Histórica*, ou seja, aquela cujo foco está na ampliação da compreensão dos estudantes de que, o trabalho, o conhecimento e as ideias científicas são construções exclusivamente humanas e estão imersas num contexto histórico e sociocultural bastante específico. Para o cumprimento deste objetivo a História e a Filosofia da Ciência (HFC) têm papel fundamental (PEDRETTI e NAZIR, 2011).

As razões para a introdução da HFC no ensino são as mais diversas e inúmeros autores têm convergido nesta direção, defendendo sua presença nos mais diversos níveis de ensino. Desde Zanetic (1989) vemos diversos autores concordando que o estudo apropriado de episódios históricos nos permitem: i) conceber o conhecimento científico como uma construção humana gradativa,

¹ No livro *Chimpanzee politics: Power and sex among apes*. JHU Press, 2007.

coletiva e contextualizada sócio-historicamente; ii) compreender que a ciência não se reduz à aplicação de um dito “método científico”; iii) entender o papel do experimento e da observação na construção do conhecimento; iv) perceber a relação CTS; v) a construção de uma visão não deturpada da prática científica.

Uma das principais tendências em pesquisas que buscam levar a HFC para o ensino de física tem sido o estudo de episódios históricos para discutir sobre a chamada “natureza da ciência”, campo que trás consigo alguns aspectos consensuais e outros controversos sobre o que se pode aprender sobre a ciência a partir de estudos de história, filosofia e sociologia da ciência (CARDOSO et al., 2015).

Uma concepção bastante comum e ingênua sobre a ciência é a empírico-indutivista. Essa visão, muitas vezes reforçada por obras de divulgação científica, indica, por exemplo, que a ciência busca uma verdade pré-existente a ela mesma e costuma chegar a uma resposta final (CARDOSO et al., 2015). Um exemplo de reforço desta visão equivocada está no filme *Einstein e Eddington* (BBC/HBO), que apresenta uma imagem bastante distorcida e distante tanto do trabalho científico, quanto dos fatos históricos. Em sua cena final, Eddington é mostrado na reunião de 6 de novembro de 1919 da *Joint Permanent Eclipse Committee* (JPEC) analisando os dados obtidos após a observação do eclipse de maio daquele ano. Na cena, o cientista analisa os dados e dá o veredicto em favor da Teoria da Relatividade Geral de Einstein diante de uma platéia, dando a entender que não houve trabalho algum antes daquela reunião de apresentação. O filme enfatiza, na figura de Eddington, a imagem estereotipada do cientista neutro, imparcial, rígido e detido ao dito método científico.

Visando combater visões equivocadas e apresentar uma visão de uma ciência real (ZANETIC, 1989), damos neste trabalho especial atenção ao episódio histórico do eclipse de 1919 e ao astrônomo Arthur Eddington, um *quaker* e membro da expedição que naquele ano confirmou as previsões de Albert Einstein sobre a existência de um desvio na trajetória dos raios luminosos quando se propagam por campos gravitacionais. Portanto, apresentamos neste trabalho, os elementos nos quais se embasa a narrativa histórica em produção e que nos permitirá debater como questões sociais, políticas, religiosas e extra-científicas em geral, afetaram a produção do conhecimento científico no início do século XX, mais especificamente, a ascensão e estabelecimento da Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein.

Um Panorama sobre Narrativas Históricas e seu Potencial Pedagógico

Resultados de trabalhos acadêmicos recentes têm indicado, conforme apontam Schiffer e Guerra (2018, p.260), que o uso de textos literários narrativos (as narrativas) se apresentam como um bom artifício em favor do ensino *de e sobre* ciências, sob o argumento de que eles têm “potencial de atrair o interesse dos alunos e aumentar a empatia deles com o conhecimento científico.” Os citados autores têm se valido desta estratégia para discussão de diversos temas e conceitos, que vão da mecânica clássica ao eletromagnetismo.

Ainda que seja complexo determinar de forma cabal o que é uma narrativa, Herman (2011) a define como uma sequência de eventos no tempo na qual se observa um cenário de estabilidade; segue-se a este cenário alguma circunstância

que o desestabiliza criando uma reviravolta, levando-o assim, a uma nova situação de estabilidade. O autor chama nossa atenção ao fato de que tal sequenciamento de eventos não necessariamente precisa ser cronológico, mas deve sim apresentar (i) uma situação inicial de equilíbrio, (ii) um sequenciamento de eventos, (iii) uma ruptura e (iv) um novo equilíbrio. Além destas características, deve haver também um elemento causador ou intencional e a presença de agentes humanos ou humanizados que são os responsáveis pela reviravolta e mudanças de estado.

Os argumentos em favor da utilização de narrativas como estratégia didática são os mais diversos, uma vez que: i) estimulam o envolvimento emocional do leitor/ouvinte com o objeto de estudo; ii) impõem coerência a um conjunto de eventos, o que as tornam veículos adequados para a integração da história da ciência na educação científica; iii) auxiliam o professor, de acordo com a escolha do episódio histórico a ser estudado, a incrementar e tornar mais produtivas as discussões em sala de aula, dando especial atenção às práticas científicas do período em questão; iv) contribuem no balizamento de objetivos didáticos, o que também depende da escolha do recorte histórico de interesse; v) estimulam a imaginação do leitor / ouvinte, característica importante no trabalho científico e na construção de conceitos (EAGAN, 1989; SCHIFFER e GUERRA, 2018).

Na história do século XX a ciência talvez tenha sido um dos seus aspectos mais notáveis, para o bem e, infelizmente, também para o mal. Fomos dos antibióticos à internet passando pelos aviões, viagens espaciais, bomba atômica, *smartphones*, dentre outros. O período entreguerras jogou luz sobre a Teoria da Relatividade e sobre a Mecânica Quântica. Conforme aponta Bagdonas (2019), para que possamos compreender a história “é essencial entender como a ciência influenciou e foi influenciada por episódios marcantes, como a Primeira e a Segunda Guerra Mundial.” Para tanto, nos valendo dos argumentos apresentados acima, estamos construindo uma narrativa histórica que trate da história da Teoria da Relatividade Geral, buscando apresentar e compreender como fatores extra-científicos influenciaram no seu estabelecimento.

Em ambiente de ensino a intervenção didática deverá se desenvolver de acordo com o “*Think*”, metodologia proposta por Allchin (2013). Nesta proposta, diante de dilemas éticos e morais, reflexões e decisões a serem tomadas, o autor sugere que a narrativa seja interrompida e os alunos chamados a pensar e se posicionarem diante de tais questões. As “situações-problema” serão apresentadas aos estudantes na forma de questões abertas, buscando fazer com que estes se coloquem no lugar do cientista em questão, atuando como tal, e se envolvendo com o processo de tomada de decisões. Espera-se que diante de tais situações, os alunos possam perceber os caminhos tortuosos, bem como os diversos aspectos que fogem ao escopo da ciência, mas que certamente exercem grande influência na construção do conhecimento científico.

“Então as luzes se curvaram”: uma narrativa histórica para debater sobre ciência no período pós I Guerra Mundial

A proposta aqui descrita parte da criação de uma narrativa histórica que dá conta de um período que se inicia em março de 1917 e termina em novembro de 1919, isto é, do momento em que Frank Dyson, então Astrônomo Real Britânico, inicia preparativos para a expedição, até a divulgação de seus resultados pelo *Joint*

Permanent Eclipse Committee (JPEC), em novembro de 1919. Esta narrativa se divide em quatro momentos, que descrevemos de forma resumida a seguir. A narrativa buscou ser fiel aos fatos ocorridos, tendo sua construção se baseado em fontes primárias - cartas escritas² pelos membros da expedição e jornais da época; e fontes secundárias - trabalhos escritos por historiadores que se debruçaram sobre o mesmo período histórico. A escolha deste recorte histórico foi feita de forma intencional buscando atender os objetivos da narrativa aqui apresentada, uma vez que outras expedições (Cristina – MG, em 1912 e Crimeia – Rússia, em 1914), com o mesmo propósito, foram realizadas e frustradas por motivos que vão do mau tempo à I Guerra Mundial.

A Grande Guerra e os preparativos para a expedição: 1º momento

O primeiro momento desta narrativa tem por objetivo apresentar e discutir o pano de fundo da expedição, isto é, os acontecimentos que se deram antes da saída dos cientistas da Inglaterra. As observações aconteceram somente em maio de 1919, mas sua preparação e organização começaram bem antes, quando, em março de 1917, ainda durante a guerra, o então astrônomo real Frank Dyson começou a fazer declarações públicas em favor da expedição. A partir de então o JPEC foi criado, um grupo constituído por membros da *Royal Society* e da *Royal Astronomical Society*, para prover os recursos intelectuais e logísticos para a expedição (STANLEY, 2003).

Entretanto, o momento era de guerra e Alemanha - país onde se originara a Teoria da Relatividade Geral - e Inglaterra estavam em lados opostos. Surgiu durante a guerra um forte sentimento anti-germânico no qual diversos setores da sociedade inglesa pediam por um corte completo de relações com a nação inimiga, inclusive no internacionalismo das cooperações científicas.

O objetivo desta primeira parte é discutir de que maneira a I Guerra Mundial influenciou e impôs uma série de dificuldades à Teoria da Relatividade Geral e à expedição em si. Tal situação se evidencia, por exemplo, no corte das linhas de telégrafo que interligavam os grandes centros científicos, o que impedia a disseminação de conhecimento na época. Neste momento há espaço para discutir questões relacionadas ao financiamento de pesquisas científicas, uma vez que dinheiro em tempo foi um problema imediato enfrentado pelos organizadores da expedição (STANLEY, 2003), além da influência de questões de cunho político e ideológico no trabalho científico.

Um Quaker aventureiro: 2º momento

Vencidas as dificuldades iniciais da guerra, este segundo momento segue os passos de Arthur Eddington que, junto a Frank Dyson, chefiou as expedições. Por se tratar de um *quaker*, portanto um objetor de consciência e pacifista, Eddington, um afamado cientista que carregava para sua ciência diversos aspectos de sua crença religiosa, via na ciência e na expedição um espaço para a contestação moral da guerra e do preconceito contra o povo “inimigo”. Em Eddington percebemos que a relação entre sua religião e sua ciência era, ao mesmo tempo, bastante sutil e

² Cordialmente cedidas, em versão digital, pelos Master and Fellows of Trinity College, Inglaterra.

penetrante, de forma que não se pode abordar uma deixando de lado a outra. Suas ações, particularmente em relação à expedição de 1919, compartilhavam a motivação dos Amigos³ que organizaram campos de refugiados para alimentar crianças alemãs afligidas pela guerra. Ademais, para Eddington, a expedição para “pesar a luz” era tanto um chamado religioso quanto aqueles programas de alimentação de refugiados encabeçados por seus companheiros *quakers* (STANLEY, 2003).

Neste segundo momento, buscamos entender como crenças e valores pessoais influenciam e motivam o trabalho científico. Nosso objetivo é desfazer o estereótipo de cientista neutro, que se despe de suas crenças e valores quando diante de seus problemas científicos. Nesta parte da narrativa nos embasamos em uma série de cartas que Eddington enviou à sua mãe e irmã relatando toda a sua viagem; a saída da Inglaterra, a viagem a bordo do vapor *S.S. Anselm*, a chegada e estadia na Ilha do Príncipe, além dos preparativos e a observação em si.

Os Resultados sob Suspeita: 3º momento

Na ocasião das expedições, Eddington já havia se tornado um cientista relativamente conhecido por conta de seus trabalhos em astrofísica estelar. Entretanto, seu nome é largamente associado ao seu trabalho frente à expedição de 1919 e a seu esforço na popularização da Teoria da Relatividade no mundo anglófono (STANLEY, 2003). Eddington, uma vez que tomou conhecimento das ideias de Einstein, nunca escondeu sua admiração por elas. Esta simpatia por Einstein sempre foi vista com certa suspeita e Eddington, ainda que na companhia de Dyson, que era moderadamente cético às ideias de Einstein (KENNEFICK, 2009), é frequentemente acusado de ter feito uma análise enviesada, ou mesmo, fraudado os resultados das observações para que Einstein fosse favorecido.

Hoje é sabido que as análises realizadas pelo grupo de Eddington estavam de acordo com o padrão científico da época e, apesar das acusações de favorecimento, os resultados das observações de 1919 foram corroborados por observações posteriores. Ainda assim podemos refletir sobre algumas questões como: i) quais seriam os impactos de uma análise enviesada por parte de Eddington?; ii) pode, de uma análise enviesada, surgir boa ciência?; iii) as suspeitas de favorecimento invalidam o resultado científico? (KENNEFICK, 2018).

A Mídia e a ascensão de Einstein: 4º momento

No dia 6 de novembro de 1919, o JPEC se reúne na *Royal Society* para uma exposição pública dos resultados das observações feitas em Sobral e na Ilha do Príncipe. Nos dias que se seguiram àquela audiência os jornais da Inglaterra (*The Times*) e dos Estados Unidos (*The New York Times*), em suas manchetes, anunciaram em polvorosa, uma verdadeira revolução na ciência (MOREIRA, 2019). Revolução esta que fez de Albert Einstein, um nome relativamente conhecido até

³ Os grupos religiosos Quakers são também conhecidos como Sociedade Religiosa dos Amigos, ou simplesmente, Amigos.

então por conta de seus trabalhos do *annus mirabilis*⁴, se tornasse o cientista mais famoso da história. Entretanto, apesar da aparente surpresa em suas manchetes, o jornal *The Times* já cobria o evento desde o início de sua organização (SPONSEL, 2002). Curiosamente, conforme aponta o físico e historiador Ildeu de Castro Moreira, os resultados apresentados em Londres, com “pompa e circunstância”, gerou pouca repercussão no Brasil.

Desta maneira, nosso objetivo neste momento, é discutir o papel e a influência da mídia na ascensão da Teoria da Relatividade e de Albert Einstein, tendo em vista a massiva propaganda que Eddington fez tanto da criatura, quanto de seu criador (STANLEY, 2003).

Considerações Finais

Concordando com Bagdonas (2019), os professores esperam, partindo de uma visão mais ingênua sobre a ciência, que os alunos vejam os cientistas como seres humanos, que zelam pela imparcialidade, rigor lógico e apuração experimental de suas hipóteses. Esperam também que os cientistas se dispam de questões pessoais, visões de mundo, orientações políticas e religiosas, ou seja, que estes aspectos não entrem em ação durante a prática científica. Entretanto, a ciência real não é feita desta maneira, e é nosso dever mostrar os aspectos humanos, a política, as controvérsias e os erros que subjazem à ciência para que os estudantes desenvolvam uma visão mais adequada do trabalho científico.

A utilização das narrativas históricas juntamente com o recorte histórico em questão tem grande potencial para a apresentação aos estudantes de uma ciência mais real. Neste episódio podemos perceber o quanto fatores alheios à esfera científica, tais como a religião, o contexto sócio-histórico e político, são importantes e influenciam na compreensão e na prática científica, nos mostrando que o desenvolvimento do conhecimento científico não está, de forma alguma, desatrelado do contexto no qual se insere.

Stephen Brush (1974) afirma que a ressalva em apresentar os aspectos externos à ciência serve apenas àqueles professores que tenham interesses escusos, como um ensino doutrinário acerca do “papel tradicional do cientista como um investigador neutro”. Assim, o que buscamos, em suma, é uma ruptura com o ensino tradicional. É construir novas estratégias curriculares que, além de salientar as relações CTS e todos os aspectos humanos e controversos envolvidos no trabalho científico, oportunizem também uma formação crítico-reflexiva dos estudantes.

Em tempos de “renovações” curriculares, é preciso ensinar História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC) para além dos “famosos” argumentos (MARTINS, 2019). Num momento em que diversos movimentos de cunho político, ideológico e anti-científicos tecem severas críticas às ciências e tentam calar os professores, apresentar a ciência em toda a sua pluralidade, de maneira crítica e reflexiva, está para além de uma “simples” prática docente, é um ato de resistência.

⁴ Ano de 1905 em que Albert Einstein publica, na revista *Annalen der Physik*, suas descobertas sobre o Efeito Fotoelétrico, Movimento Browniano e Teoria da Relatividade Restrita.

Referências

- ALLCHIN, Douglas. Teaching the nature of science: **Perspectives and Resources**. St. Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013.
- BAGDONAS, Alexandre. História da Física para o Ensino de Física como Cultura: Debates sobre a Neutralidade da Ciência no Período Entreguerras. In: MARTINS, André Ferrer Pinto. **Física, Cultura e Ensino de Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2019. Cap. 8. p. 195-214.
- BRUSH, Stephen G. Should the History of Science Be Rated X?: The way scientists behave (according to historians) might not be a good model for students. **Science**, v. 183, n. 4130, p. 1164-1172, 1974.
- CARDOSO, Danilo et al. Texto jornalístico sobre ciência: uma análise do discurso sobre a natureza da ciência. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 229-251, nov. 2015. ISSN 1982-5153.
- EGAN, Kieran. Memory, imagination, and learning: Connected by the story. **Phi Delta Kappan**, v. 70, n. 6, p. 455-459, 1989.
- HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: uma breve história da humanidade**. L&PM, 2015.
- HERMAN, David. **Basic elements of narrative**. John Wiley & Sons, 2011.
- KENNEFICK, Daniel. Testing relativity from the 1919 eclipse—a question of bias. **Physics Today**, v. 62, n. 3, p. 37-42, 2009.
- KENNEFICK, Daniel. **No Shadow of a Doubt: The 1919 Eclipse that Confirmed Einstein's Theory of Relativity**. Princeton University Press, 2018.
- MARTINS, André Ferrer P.. História, Filosofia e Sociologia da Ciência: mais do que nunca!. In: MARTINS, André Ferrer P.. **Física, Cultura e Ensino de Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2019. Cap. 10. p. 247-271.
- MOREIRA, Ildeu de Castro. O eclipse solar de 1919, Einstein e a mídia brasileira. **Ciência e Cultura**, v. 71, n. 3, p. 32-38, 2019.
- PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.
- SCHIFFER, Hermann; GUERRA, Andreia. Narrativas no Ensino de Ciências: caminhos para discussões sobre as ciências em sala de aula. In: SILVA, Ana Paula Bispo da; SILVEIRA, Alessandro Frederico da. **História da Ciência e Ensino: Propostas para a sala de aula**. São Paulo: Livraria da Física, 2018. Cap. 7. p. 259-289.
- SPONSEL, A. Constructing a 'revolution in science': the campaign to promote a favourable reception for the 1919 solar eclipse experiments. **The British journal for the history of science**, v. 35, n. 4, p. 439-467, 2002.
- STANLEY, Matthew. "An Expedition to Heal the Wounds of War" The 1919 Eclipse and Eddington as Quaker Adventurer. **Isis**, v. 94, n. 1, p. 57-89, 2003.
- ZANETIC, J. **Física também é Cultura**. 1989. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

EPISTEMOLOGIAS DO NORTE E EPISTEMOLOGIAS DO SUL O DOMINADOR E O DOMINADO

EPISTEMOLOGIES OF THE NORTH AND EPISTEMOLOGIES OF THE SOUTH THE DOMINATOR AND THE DOMINATED

Anderson Gomes de Paula ¹, Adriana Maria Melo ², Stefannie Dusek ³

¹IFRJ, prof.agp@gmail.com

²IFRJ, brickamelo@yahoo.com.br

³IFRJ, professorastefannie@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma revisão narrativa das Epistemologias do Norte e as Epistemologias do Sul, referente à autoria da descoberta da pilha elétrica, pautada nas propostas apresentadas pelo sociólogo português Boaventura de Sousa Santos em seu texto intitulado “*Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna*” (SANTOS, 1988) e em seu discurso em vídeo postado no site do YouTube (SANTOS, 2016). Como ponto de partida deste texto e vídeo, de Santos, é percebido que a Epistemologia do Norte dominante, não permite que Epistemologia do Sul possa se destacar e concretizar. Para corroborar com esta afirmativa apresentamos trabalhos acadêmicos e científicos, nacionais, em que valorizam apenas a Epistemologia do Norte, negando a existência da Epistemologia do Sul, assim como trabalhos que apresentam a existência da Epistemologia do Sul sem dar seu real valor e ainda um trabalho que apresenta a Epistemologia do Sul como algo concretizado e com evidências científicas. A revisão verificou que a reflexão e discussão de conhecimentos existentes nas Epistemologias do Sul podem contribuir para um Ensino de Ciências que foque na formação de cidadãos mais reflexivos, com posturas mais atuantes na sociedade, e contribuir de forma ativa na transformação social, para que as Epistemologias do Sul sejam protagonizadas nas práticas de ensino, em especial nas de Física, executadas das salas de aulas brasileiras.

Palavras-chave: Epistemologias do Norte; Epistemologias do Sul; Pilha elétrica; Ensino de Física. Educação crítica.

Abstract

The present work aims to present a narrative review of the Epistemologies of the North and the Epistemologies of the South, referring to the authorship of the discovery of the electric cell, based on the proposals presented by the Portuguese sociologist Boaventura de Sousa Santos in his text entitled “A discourse on the sciences in the transition to a postmodern science” (SANTOS, 1988) and in his video discourse posted on the YouTube website (SANTOS, 2016). As a starting point for this text and video by Santos, it is perceived that the dominant Northern Epistemology does not allow Southern Epistemology to stand out and materialize. To corroborate this statement, we present academic and scientific works, national, in which they only value Northern Epistemology, denying the existence of Southern Epistemology, as well as works that present the existence of Southern Epistemology without giving its real value and yet a work which presents the Epistemology of the South as something concretized and with scientific evidence. The review found that

the reflection and discussion of existing knowledge in Southern Epistemologies can contribute to Science Education that focuses on the formation of more reflective citizens, with more active attitudes in society, and actively contribute to social transformation, so that Epistemologies of the South are featured in teaching practices, especially in Physics, performed in Brazilian classrooms.

Keywords: Northern epistemologies; Southern epistemologies; Electric battery; Physics teaching. Critical education.

1. Introdução

Para apresentar contrapontos entre os estudos pós-coloniais e da obra de Sousa Santos sobre as Epistemologias do Sul e do Norte, buscamos evidenciar a presença desses estudos em artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e dissertações, nacionais, nos sites de buscas acadêmicas.

Para ponderar um tema, presente nas Epistemologias, e assim analisar como elas são percebidas no mundo acadêmico, em particular no ramo científico, escolhemos traçar uma relação com o momento histórico de surgimento da primeira pilha eletroquímica. A escolha se deu pelo fato de que Alessandro Volta (1745-1827) e Luigi Galvani (1737-1798) são reconhecidos como descobridores deste artefato tecnológico (TOLENTINO; COSTA FILHO, 2000). Porém, estudos arqueológicos feitos na cidade de Bagdá (capital do Iraque), indicam que esse material, para possível geração de energia, já era conhecido em épocas antes de Cristo. Desta forma, exaltam-se os italianos Volta e Galvani, pela descoberta da pilha elétrica, valorizando assim, a Epistemologia do Norte, entretanto, os egípcios, autênticos descobridores dessa tecnologia, ficam incógnitos, por representarem a Epistemologia do Sul.

Tal abordagem pode contribuir para um enfoque no ensino de ciências que considere aspectos histórico-filosófico-sociológico como possibilidade para discussões sobre ciência, em sala de aula, que oportunize aos aprendentes argumentos para solução de controvérsias, bem como questões socioculturais ou questões científicas negligenciadas ao longo da história (JARDIM e GUERRA, 2018)

Após a análise, são apresentadas nossas considerações e a conclusão de que as Epistemologias do Sul, de fato, ainda não têm espaço em nossa sociedade e que precisamos reconhecer e valorizar os conhecimentos produzidos pelas mesmas, principalmente quando nos preocupamos com um Ensino de Ciências mais crítico, e que as suas relações históricas de fato tenha mais significado para nossos estudantes, não sendo apenas foco de análises meramente “impressionistas” e por vezes anacrônicas de livros e/ou materiais didáticos.

Desta forma, neste trabalho apresentaremos como o professor/autor Boaventura de Sousa Santos discute as Epistemologias do Norte e do Sul, baseados em trabalhos de conclusão de curso, artigos e uma dissertação que conversam com o tema da descoberta da pilha elétrica.

Dividimos este ensaio em três partes, onde na primeira as Epistemologias do Norte e do Sul são apontadas, segundo Boaventura Santos, na segunda parte, apresentamos as discussões acadêmicas sobre o surgimento da pilha e por último, concluimos, com nossas ponderações sobre o tema.

2. As Epistemologias, por Boaventura Santos

Discurso sobre as ciências: uma reflexão textual

Boaventura, em um dos seus textos, inicia com a história dos cientistas que contribuíram para os avanços científicos:

[...] mas, se fecharmos os olhos e os voltarmos a abrir, verificamos com surpresa que os grandes cientistas que estabeleceram e mapearam o campo teórico em que hoje nos movemos viveram ou trabalharam entre o século XVII e os primeiros vinte anos do século XX, de Adam Smith e Ricardo a Lavoisier e Darwin, de Marx e Durkheim a Max e Weber e Pareto, Humboldt e Planck e Poincaré e Einstein (SANTOS, 1988, p.46).

Em seguida, o autor aponta que o mundo científico está em colapso, passando

por questionamentos, avaliações, reflexões e, principalmente, tendo a necessidade de se adaptar e atender o que a sociedade valoriza como sendo importante. Este aparente colapso ou esgotamento do saber científico, que ele se refere, pode ser compreendido ao entendermos que esta Ciência, também a responsável por estabelecer os limites de rigores necessários para que um algo seja considerado “científico”, de uma forma autoritária e imperial, afastando assim, qualquer outro tipo de conhecimento.

O autor aponta que a ordem científica hegemônica necessita dar espaço para as ciências sociais, que surgiram junto ao positivismo, pois permitiram que as ciências naturais pudessem se beneficiar das sociais, mas que parecem considerar ser possível uma emancipação completa e abissal das ciências sociais. Nota-se que, em última análise é impossível não haver uma correlação entre elas, uma vez que a Ciência é feita por pessoas, e estas são necessariamente sociais.

Boaventura encaminha o texto para o paradigma dominante, que é “o modelo de racionalidade que preside à ciência moderna constituída a partir da revolução científica do século XVI e foi desenvolvido nos séculos seguintes” (SANTOS, 1988, p.48), sendo um modelo totalitário, tendo como domínio as ciências naturais.

Este paradigma entra em crise e é apontado por Boaventura como:

[...] identificação dos limites, das insuficiências estruturais do paradigma científico moderno é o resultado do grande avanço no conhecimento que ele propiciou. O aprofundamento do conhecimento permitiu ver a fragilidade dos pilares em que se afunda. (1988, p. 54).

Essa crise é um caminho sem volta, pois os novos conhecimentos científicos construídos só avançam a cada dia, por conta das novas tecnologias. Além disso, as ciências sociais se mostram cada vez mais presentes, junto às ciências naturais. A crise do “paradigma dominante” traz, de forma intrínseca, o surgimento do “paradigma emergente”. Santos (1988) aponta que todo o conhecimento “científico-natural é científico-social”, estabelecendo que a relação entre as ciências, é “local e total”, pois aquela está dentro de um espaço mas abrange a totalidade do outro espaço, também estabelecendo o “autoconhecimento”, já que para se tornar conhecimento, parte-se do próprio conhecimento. Continua seu texto, inferindo ainda que “todo o conhecimento científico visa constituir-se num novo senso comum”, que estando a serviço da sociedade em que está inserida. E finaliza, apontando que estamos em uma fase de transição, e que esta contribui para a solidificação do nosso presente, influenciando nosso futuro (SANTOS, 1988).

Epistemologias do Sul: desafios teóricos e metodológicos

Filosoficamente, e politicamente, as Epistemologias do Sul retratam a realidade que a sociedade dominante impunha aos menos desfavorecidos. O conhecimento produzido por quem está à margem da sociedade não é valorizado, e é isso o que caracteriza as Epistemologias do Sul. Esta sociedade que está à margem é composta pelos menos favorecidos economicamente, cognitivamente, socialmente, pelos indígenas, pelos negros, enfim, por todos que não fazem parte da classe dominante. Em entrevista, o autor relaciona como fonte de cultura,

[...] os movimentos indígenas e afro quilombola produzem conhecimentos preciosos, quando enfrentamos, por exemplo, situações de crise. Ressalta ainda a importância das pesquisas em universidades do Brasil na área de física e a importância dos indígenas na constituição do Equador de 2008. (SANTOS, 2019, p. 2)

Importante salientar que o autor defende que as concepções das Epistemologias do Sul, são pautadas nas do Norte, pois é impossível que os

dominados construam novos saberes sem levar em consideração toda a influência que sempre sofreram das Epistemologias do Norte. Estas estão marcadas nos dominados e será a partir delas que as Epistemologias do Sul serão construídas.

Elas vêm apresentar um tempo presente que possa nos apontar um novo caminho em que a questão ambiental seja levada em consideração, que os menos favorecidos sejam beneficiados e que a sociedade capitalista repense suas ações (SANTOS, 2016).

A partir deste fragmento Boaventura traça a construção das Epistemologias do Sul. Dando valor aos menos favorecidos e aos excluídos e aos que são dominados. Pois, as Epistemologias do Norte não permitem que cada sociedade construa sua própria epistemologia.

É preciso que as Epistemologias do Sul surjam, se construam para que assim os dominados possam fazer valer seus conhecimentos. Mas, para tal será preciso que os dominados avancem a linha abissal que os separa dos dominantes. Essa linha abissal é algo muito tênue, pois ao mesmo tempo que se está de um lado da linha, em uma outra situação, é possível estar no lado oposto dela.

Outra forte característica das Epistemologias do Sul é que estes conhecimentos devem estar conectados as lutas sociais, a atos sociais em que os dominados são os atores principais.

Boaventura defende que o pensamento moderno ocidental é dotado de falhas, ou seja, um pensamento em que sua hegemonia acaba suprimindo outras versões epistemológicas.

A constituição mútua do norte e do sul e a natureza das relações hierárquicas entre norte e sul se relacionam de forma imperialista. As relações coloniais e de exploração permanecem até os dias de hoje. Uma das relações mais claras da colonialidade, ocorre na colonização epistêmica (relações de poder entre colonizador e colonizado).

No vídeo, Boaventura (2016) aponta como que as Epistemologias do Norte dominam os saberes da sociedade capitalista em que estamos inseridos; que é nesta sociedade, formada pelos dominados e dominadores, que devem surgir as Epistemologias do Sul, construída a partir dos conhecimentos dos dominados para assim imprimir a cultura deles.

Diante dos textos e vídeo de Boaventura de Sousa Santos, apresentamos os conceitos de Epistemologias do Sul e Epistemologias do Norte, ambas relacionadas com a construção dos conhecimentos e suas relações entre dominado e dominador. Utilizamos este autor como base para apresentarmos o tema do surgimento das pilhas, estabelecendo uma analogia com as Epistemologias e como elas se fazem ou não presentes no mundo acadêmico e científico.

3. O que há de verdadeiro nessa história?

Foi realizada uma revisão narrativa, onde as fontes de informação usadas, a metodologia de procura das referências nos repositórios virtuais, os critérios utilizados na avaliação e seleção dos trabalhos consultados não seguem métodos sistemáticos de buscas (BERNARDO; NOBRE; JATENE, 2004). Os textos foram escolhidos de forma arbitrária, procurando-se produções acadêmicas que pudessem indicar informações sobre origens históricas das pilhas elétricas, com isso, as orientações que se depreendem dos textos analisados foram sujeitas ao viés de seleção, com interpretações e análises críticas subjetivas dos autores desse ensaio.

Foram selecionados sete trabalhos científicos relacionados ao tema da

descoberta da pilha elétrica: quatro Artigos Científicos (Quadro 1), dois Trabalhos de Conclusão de Curso (Quadro 2) e uma Dissertação (Quadro 3).

Quadro 1 - Artigos pesquisados (Fonte: própria)

ARTIGO	TÍTULO	AUTORES	ANO
ART 1	Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica	Wagner Tadeu Jardim, Andreia Guerra	2018
ART 2	Série histórica da composição química de pilhas alcalinas e zinco-carbono fabricadas Entre 1991 e 2009	Bruno Oliveira da Silva, Sívio Carrielo Câmara, Júlio Carlos Afonso Reiner Neumann e Arnaldo Alcover Neto	2011
ART 3	Revisitando a história da engenharia elétrica	Paulo D. Battaglin; Gilmar Barreto	2011
ART 4	O bicentenário da invenção da pilha elétrica	Mario Tolentino; Romeu C. Rocha-Filho	2000

Quadro 2 - Trabalhos de Conclusão de Curso pesquisados (Fonte: própria)

TCC	CURSO	TÍTULO	AUTORES	ANO
TCC 1	Engenharia Elétrica / Universidade Federal do Paraná	Sistema de monitoramento para baterias do tipo chumbo ácido	Leonardo Henrique Menezes	2013
TCC 2	Instituto Federal de Goiás / Graduação em Tecnologia em Manutenção Eletromecânica Industrial	Lâmpadas de LED: vantagens e desvantagens em instalações elétricas	Raphael Henrique Oliveira e Tulio Ribeiro dos Santos	2013

Quadro 3 - Dissertação de Mestrado pesquisada (Fonte: própria)

DM	CURSO	TÍTULO	AUTORES	ANO
DM1	Ensino de Física / instituto de Física/ Universidade Federal do Rio de	As pilhas secas: uma abordagem inovadora para o ensino médio	Otoniel do Amaral Alves do Couto	2012

	Janeiro			
--	---------	--	--	--

Iremos conduzir nossa análise “bibliográfica” com o objetivo de buscar informações históricas que estejam em consonância com a proposta da Epistemologia do Sul trazida por Boaventura em 1988, buscando dentro da história da invenção e evolução das pilhas o reconhecimento das contribuições de civilizações antigas e regiões não muito exploradas e expostas pela dita “sociedade científica” trazida pelas Epistemologias do Norte.

Jardim e Guerra (2017), trazem no ART 1 a importância do contexto histórico-filosófico-sociológico para o ensino de ciências; de fato uma abordagem que considere tais aspectos, tende ser aberta à reflexão, contextualização e à crítica construtiva; estes aspectos são adequados em uma educação que proponha a validação ou ab-rogação de teorias, bem como na decifração de controvérsias.

Os autores reconhecem o quanto a experimentação científica é imbricada com o processo de composição das ciências bem como o meio sociocultural, incluindo neste processo camponeses e nativos, por exemplo; apesar disto, toma o século XVIII como ponto de partida, pois nele ocorrem as academias e sociedades científicas, que é o local nato das Epistemologias do Norte; seguem indicando a construção da pilha por Volta (1745-1827), mas considerando todo o contexto sociocultural que ele estava imerso, indicando estudos relacionados à eletricidade, a sua natureza, os fenômenos na atmosfera, raios, e em animais como rãs e peixes elétricos.

No ART 2, os autores já na introdução, trazem um percurso histórico da invenção e evolução da pilha, trazendo os físicos italianos Alessandro Volta (1745-1827) e Luigi Galvani(1737-1798), atribuindo-os grande parte do mérito de tal invenção “A pilha de Volta teve papel central no desenvolvimento experimental e teórico da física e da química modernas, principalmente no campo da eletroquímica” (SILVA et al., 2011, p. 812).

O artigo traz ainda uma preocupação com o desenvolvimento tecnológico acelerado e suas consequências no meio ambiente, e um estudo experimental detalhado sobre os teores de chumbo, cádmio e mercúrio em cada pilha analisada. Os autores consideram a pilha como uma invenção de pouco mais de 200 anos, desconsiderando toda contribuição pressuposta a este período “A evolução da pilha desde seus primeiros modelos até a situação atual se deu em um período de 200 anos” (SILVA et al., 2011, p. 812).

No ART 3, é evidenciado o processo de construção dos fundamentos da Engenharia Elétrica e traz todo o percurso histórico, desde suas aplicações elementares nas civilizações antigas, como se desenvolvia o conhecimento e as diversas formas de eletricidade encontrada na natureza. Os autores apontam a ideia de eletricidade, pilha e bateria construída 200 anos antes de Cristo, mesmo que ainda de forma elementar, conforme a “Bateria de Bagdá” (Figura 1). Os sumérios e os partas tiveram as suas contribuições no processo de construção Bateria de Bagdá, descoberta em um sítio em sítio arqueológico em Bagdá, capital do Iraque (BATTAGLIN; BARRETO, 2011, p. 50).

Rincon e Tamanini (2013) reforçam as informações científicas sobre as descobertas da Pilha de Bagdá

Na década de 30, o arqueólogo alemão Wilhelm König descobriu em um vilarejo próximo a Bagdá, no Iraque, um misterioso vaso de argila de 13 centímetros de altura, contendo um cilindro de cobre que encerrava uma

barra de ferro. O artefato mostrava sinais de corrosão, e testes realizados na peça revelaram a presença de alguma substância ácida, possivelmente vinagre ou vinho. Em outras palavras, o arqueólogo havia encontrado uma antiga pilha.

Mesmo assim, a invenção da bateria elétrica é atribuída a Alessandro Volta (em 1801), deixando evidente a “exclusão” do reconhecimento de tal invenção a essas civilizações antigas, predominando a Epistemologia do Norte, dominadora, imperialista e excludente.

Figura 1 - Bateria de Bagdá



Fonte: BATTAGLIN, BARRETO, 2011, p. 50

No ART 4 os autores já indicam, no título, qual a epistemologia dominante ao serem categóricos quanto ao tempo de existência da pilha elétrica, ou seja, 200 anos. Ele inicia apontando para a época da invenção, que ocorre no período de 1700-1800 depois de Cristo; atribui desta maneira a invenção da pilha fundamentalmente a Alessandro Volta, sem sequer indicar a existência da tecnologia da pilha de povos anteriores, que evidentemente são os do sul.

No TCC 1, os autores tratam do monitoramento de baterias que contêm chumbo, para tanto fazem um breve levantamento histórico acerca da história da bateria. Indicam a existência de células antigas, que pelo termo referem-se justamente às baterias, como sendo as primeiras evidências da existência deste tipo de tecnologia, devido às descobertas arqueológicas, em Bagdá, que datam de aproximadamente 250 anos antes de Cristo.

Entretanto, ao exibir a cronologia das baterias, põe a existência da bateria descoberta em Bagdá à parte; apresentando uma cronologia que inicia no ano de 1748, com Benjamin Franklin; 1780 com Luigi Galvani; 1800 com Napoleão e segue em sua cronologia imperialista, da ciência estabelecida pelo Norte, renegando claramente o conhecimento existente em Bagdá milênios antes.

No TCC 2, os autores apontam para a importância da transformação de energia para sobretudo proporcionar mais conforto. Ele cita algumas tecnologias que possibilitaram isto, sobretudo a partir da revolução industrial. Evidencia a eletricidade como “combustível” para impulsionar a mesma, indicando a existência de indícios de que a eletricidade já era estudada desde o ano 2750 antes de Cristo, com o peixe elétrico, no antigo Egito.

Em seguida ele aponta para uma descoberta, por arqueólogos, de células eletrolíticas que foi denominada bateria de Bagdá. O autor afirma que a eletricidade era apenas uma “simples curiosidade” que perdurara por milênios, até que muitos anos após, em 1600 depois de Cristo, foi devidamente publicado um estudo pelo cientista inglês William Gilbert, que tratava o magnetismo e a eletricidade. Ele ainda aponta que somente em 1800 foi criado um objeto confiável, capaz de criar eletricidade, a pilha de Alessandro Volta.

Neste trabalho é possível identificar a negligência e até, em certa medida, um preconceito com os conhecimentos Epistemológicos do Sul, taxando os estudos do peixe elétrico e da pilha de Bagdá, apenas como curiosidade, sem entretanto reconhecer a complexidade tecnológica da pilha, e que somente cerca de 4550 anos após a constatação da existência de uma pilha, em Bagdá, é que a ciência europeia consegue criar tal artefato tecnológico.

Cabe ressaltar que a não aceitação de que povos do sul, não poderiam pensar e produzir tecnologias complexas, como no caso da pilha, é considerar o conhecimento científico exclusivo aos povos do norte, negligenciando evidências arqueológicas e históricas, contribuindo para que os povos do sul continuem oprimidos e sujeitos às imposições histórico-científicas do norte; entretanto muitos estudos estão em andamento, por exemplo o que envolve a Máquina de Anticítera, ou a função da grande Pirâmide do Egito, contribuindo para que o domínio excludente das ciências do norte possam ser revisitados.

Na DM 1 o autor aponta para descobertas arqueológicas na Mesopotâmia, de artefatos datados de 500 anos antes de Cristo, que poderiam ser caracterizados como pilhas. O texto se mostra interessante, uma vez que o autor indica que se a veracidade da compreensão acerca do que são de fato tais artefatos for comprovada, será necessário indicar que Luigi Galvani (1737-1798) não deverá ser mais o descobridor da pilha, mas sim, o redescobridor da pilha. Recentemente, em uma postagem num blog científico do Museu WEG¹ de Ciência e Tecnologia (2019), verifica-se a importância de nos atermos às origens das tecnologias, além dos conhecimentos Epistemológicos do Norte, pois no exemplo escolhido para este ensaio

O mistério da finalidade das baterias de Bagdá continua e, embora longe de ser completamente resolvida, a polêmica exalta o imaginário popular. Se a descoberta estiver correta, os artefatos antecedem em pelo menos 1800 anos a invenção da célula eletroquímica de Alessandro Volta, que deu origem ao que conhecemos atualmente como pilha elétrica (MUSEU WEG, 2019).

A dissertação (DM1), dentro da faixa temporal de busca realizada na pesquisa, é o único documento em que foi possível evidenciar a consciência do autor acerca da necessidade de se confrontar a Ciência totalitária do Norte, que reconhece o saber científico apenas pelos critérios que ela mesma criou, e que logo não considera outros saberes, que neste caso é evidente o avanço científico e tecnológico que permeavam os povos do sul.

Para uma melhor visualização das análises feitas no presente ensaio, apresentamos uma lista (Quadro 4) dos resultados dos documentos analisados e suas características acerca do reconhecimento da contribuição das civilizações antigas no processo de invenção da pilha e da bateria.

Quadro 4 - Resumo dos resultados obtidos (Fonte: própria)

	NÃO CITOU as civilizações antigas	CITOU as civilizações antigas	RECONHECEU suas contribuições no processo da invenção.
ART 1	X		

¹ A empresa WEG é uma das maiores fabricantes de equipamentos elétricos, e foi fundada em 16 de setembro de 1961 por Werner Ricardo Voigt, Eggon João da Silva e Geraldo Werninghaus como *Eletromotores Jaraguá*. Tempos depois a empresa passou a usar razão social WEG S.A. cujo nome é a junção das iniciais dos três fundadores, Werner Eggon Geraldo. Disponível em: <https://museuweg.net/blog/pilha-de-bagdad-a-misteriosa-pilha-milenar/>. Acessado em abril de 2020.

ART 2	X		
ART 3		X	
ART 4		X	
TCC 1		X	
TCC 2		X	
DM 1		X	X

4. Considerações Finais

Partindo dos artigos, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e dissertação analisados, foi possível perceber o quanto as Epistemologias do Norte, dominantes, são transmitidas, mantidas e validadas como as referências reconhecidas no meio acadêmico e científico. O conhecimento de aproximadamente 2200 anos, das pilhas de Bagdá, por serem provenientes das Epistemologias, não dominantes, do Sul não são aceitas como um conhecimento de valor científico, portanto, acadêmico, e que por esta razão não foram consideradas como conhecimentos científicos de um povo já existente muito antes do ano de 1801.

Apenas na dissertação analisada é que se verificou uma colocação mais adequada do real período de surgimento da pilha, na Mesopotâmia, apontando para a necessidade de se considerar uma reavaliação da descoberta atribuída a Alessandro Volta, para na verdade uma redescoberta. Em princípio, tal crítica pode parecer insuficiente, porém, dada a importância de se tratar as Epistemologias do Sul, como fonte de conhecimento científico válido, o trabalho possui fundamental importância.

Sendo assim, cabe a nós, professores atuantes em salas de aulas, discutir com os nossos alunos sobre as referidas Epistemologias, e assim, despertar o sentido de pesquisar e reaprender sobre os conhecimentos intrínsecos que os dominados possuem, para que possamos valorizá-los e reconhecê-los também como conhecimento científico. Além disso, tal reflexão e discussão de conhecimentos existentes nas Epistemologias do Sul podem contribuir para formar cidadãos pensantes e reflexivos, que possam atuar na sociedade em que estão inseridos, e contribuir de forma ativa na transformação da mesma, para que além das Epistemologias do Norte, as Epistemologias do Sul possam também ter o “seu lugar ao sol”.

Referências

Amaral, O. As pilhas secas – uma abordagem inovadora para o ensino médio. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012.

Battaglin, P. D., barreto, G. Revisitando a história da engenharia elétrica. Revista de Ensino de Engenharia, V. 30, n. 2, 2011.

Bernardo, W. M; Nobre M. R. C.& Jatene, F. B. (2004). A prática clínica baseada em evidências. Parte II: buscando as evidências em fontes de informação. Rev. Assoc. Med. Bras. v. 50, n. 1. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ramb/v50n1/a45v50n1.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2020.

Battaglin, P. D. & barreto, G. (2011). Revisitando a história da engenharia elétrica. Revista de Ensino de Engenharia, v. 30, n. 2.

Couto, O. A. A. (2012). *As pilhas secas – uma abordagem inovadora para o ensino médio*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro: UFRJ/IF. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Otoniel_Amaral/dissertacao_Otoniel_Amaral.pdf. Acesso em: 26 jun. 2020.

Germano, M. G; lima, I. P. C.; silva, A. P. B. Pilha voltaica: entre rãs, acasos e necessidades. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 145-155, abr. 2012.

Henrique, R., ribeiro, T. Lâmpadas de LED: vantagens e desvantagens em instalações elétricas. Instituto Federal de Goiás. Goiás. 2013.

Jardim, W. T; Guerra, Andreia. Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.40, n.3, p. e3603-1-e3603-16, mar. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0329>. Acesso em: 26 jun. 2020.

Menezes, L. H. (2013). Sistema de monitoramento para baterias do tipo chumbo ácido. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Oliveira, R. H. & dos Santos T. R. (2013). Lâmpadas de LED: vantagens e desvantagens em instalações elétricas. Instituto Federal de Goiás. Disponível em: http://w2.ifg.edu.br/goiania/mecanica/images/Arquivos/TCC_MECANICA/ata2014-01me_autor_raphael_e_tulio_lampadas_led_vantagens_e_desvantagens.pdf. Acesso em: 26 jun. 2020.

Rincon, M. L. & Tamanini. (2013). Bateria de Bagdá: misteriosa pilha milenar intriga arqueólogos até hoje. Disponível em: <https://www.megacurioso.com.br/misterios/36250-bateria-de-bagda-misteriosa-pilha-milenar-intriga-arqueologos-ate-hoje.htm>. Acesso em: 26 jun. 2020.

Santos, B. S. (1988). Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. Estudos Avançados, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 46-71. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141988000200007. Acesso em: 26 jun. 2020.

Santos, B. S. (2016). A opinião de Boaventura de Sousa Santos. YouTube. Disponível em < https://www.youtube.com/watch?v=bQUyeF_YtpA. Acesso em: 26 jun. 2020.

Santos, B. S. (2019). Cientista Social português defende conhecimento do hemisfério sul. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/o-essencial-da-manha-reforma-da-previdencia-deve-ter-votacao-final-24033481>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Silva, B. O.; Câmara, S. C.; Afonso, J.C.; Neuman, R. & Neto, A. A. (2011). Série histórica da composição química de pilhas alcalinas e zinco-carbono fabricadas entre 1991 e 2009. *Quim. Nova*, vol. 34, n. 5, 812-818. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v34n5/16.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2020.

Tolentino M. & Rocha-Filho, R. C. (2000). O bicentenário da invenção da pilha elétrica, *Quim. Nova na Escola*, nº 11. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a08.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2020.

DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO SUPERIOR E SUA RELAÇÃO COM ARTIGOS ORIGINAIS: UMA ANÁLISE DE SOCIOLOGIA SIMÉTRICA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

WAVE-PARTICLE DUALITY IN HIGHER EDUCATION TEXTBOOKS AND ITS RELATIONSHIP WITH ORIGINAL ARTICLES: AN ANALYSIS OF SYMMETRICAL SOCIOLOGY OF SCIENCE EDUCATION

Paula Malcum Trein¹, Pedro Antônio Viana Vazata² Nathan Willig Lima³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Graduação, trein.paula@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, profpedrovazata@gmail.com

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, nathan.lima@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, analisamos trechos de três livros didáticos de ensino superior sobre a dualidade onda-partícula. Em diálogo com os estudos de Bruno Latour, buscamos identificar a estabilização de diferentes interpretações encontradas em artigos originais de Física Quântica. Com base nesses artigos, articulamos uma tabela com sete categorias em relação às diferentes proposições da dualidade onda-partícula, mostrando os principais pontos de cada visão. A partir dessa tabela, identificamos e catalogamos as diferentes interpretações presentes nos livros. Essa catalogação foi sintetizada em dois gráficos: no primeiro, verificamos apenas qual das visões é mais utilizada nos livros didáticos; no segundo analisamos propriamente o processo de estabilização das diferentes proposições em cada obra. Nossos resultados apontam que não há estabilização ao longo dos três livros. Ademais, frequentemente são encontradas hibridizações entre as diferentes proposições. No ensino de Física Quântica a instabilidade na apresentação das proposições, aliada aos erros históricos, pode ser um obstáculo à compreensão da dualidade onda-partícula.

Palavras-chave: Física Quântica, dualidade, onda-partícula, Latour.

Abstract

In this work, we analyze excerpts from three higher education textbooks on wave-particle duality. Dialoguing with Bruno Latour's studies, we seek to identify the stabilization of different interpretations found in original articles of Quantum Physics. Based on these articles, we have articulated a table with seven categories regarding the different propositions of the wave-particle duality, showing the main points of each vision. From this table, we identify and catalog the different interpretations present in the books. This cataloguing was synthesized in two graphs: in the first, we check only which of the views is most used in textbooks; in the second we analyze the stabilization process of the different propositions in each work. Our results indicate that there is no stabilization over the three books. In addition, hybridizations are often found between

the different propositions. In the teaching of Quantum Physics, instability in the presentation of propositions, allied to historical errors, can be an obstacle to the understanding of wave-particle duality.

Keywords: Quantum Physics, duality, wave-particle, Latour.

Introdução

Ao falar do experimento de fenda dupla com elétrons, Feynman indicou os seus resultados como único mistério da Física Quântica (FEYNMAN; LEIGHTON; SANDS, 2013). Além do papel central na elaboração conceitual da Física Quântica (pelo menos em algumas das possíveis versões), muitos historiadores apontam, também, para sua centralidade ao longo do debate histórico do início do século XX (FREIRE, 2015; GREENSTEIN; ZAJONE, 2006; JAMMER, 1966, 1974; MARTINS; ROSA, 2014).

Apesar de tal importância e centralidade para a estrutura conceitual da Física Quântica, deve-se ter clareza de que sua enunciação e significado variam substancialmente nos diferentes trabalhos seminais. Em especial, há trabalhos referidos como defensores de uma visão dual em livros didáticos enquanto, na verdade, defendem uma visão não dual (ou puramente corpuscular ou puramente ondulatória) (LIMA *et al.*, 2018).

O presente trabalho tem por objetivo investigar como as diferentes proposições da dualidade onda-partículas presentes nos artigos seminais de Física Quântica são apresentados em livros didáticos de Física Quântica do ensino superior. Em especial, pretendemos responder às seguintes perguntas: A) os livros discutem explicitamente o fato de que há mais de uma proposição para a concepção de dualidade onda partícula? B) A que visão ou a que visões históricas (ou seja, visões encontradas nos artigos seminais) os livros se comprometem? C) Os livros alteram as visões originais? D) Os livros hibridizam diferentes visões? E) Há estabilização ontológica de alguma visão?

Por fim, a partir dos resultados encontrados, discutimos a relação entre o gênero discursivo didático e o gênero discursivo científico, explicitando suas relações com o contexto pedagógico da elaboração dos livros didáticos e propondo uma reflexão sobre a necessidade de uma virada didática no ensino de Física Quântica.

Referencial Teórico-Methodológico

De acordo com os Estudos das Ciências de Bruno Latour, tanto a realidade da natureza quanto da sociedade não possui uma existência pré-determinada e permanente (SARTRE, 2007; VAZATA *et al.*, 2018), tão pouco estão em polos ontológicos distintos (CALLON, 1984; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2018). Segundo Latour, a realidade de um dado actante¹ é definida pela rede que o compõe. Compreendendo a realidade por esta ótica, assim como a rede de um determinado actante pode ser articulada e estendida ao longo do tempo e do espaço, ela também

¹ Latour utiliza o termo actante para se referir a humanos e não-humanos. O Sol, a teoria heliocêntrica e Nicolau Copérnico, são todos exemplos de actantes.

pode ser desarticulada e reduzida, portanto, a realidade dos actantes, sua essência, varia localmente e temporalmente.

Segundo a visão latouriana o cientista não faz descobertas em um mundo com realidade dada e objetiva (LATOURE, 1993), o cientista trabalha para estabilizar ontologicamente actantes. Em seu livro *A vida de laboratório* (LATOURE; WOOLGAR, 1986), Latour demonstra como o processo de estabilização deixa rastros no discurso dos cientistas. Conforme a confiabilidade científica em torno de um dado actante aumenta, as referências a rede que o compõem vão progressivamente desaparecendo do discurso científico. Assim, por exemplo, quando a um determinado actante é atribuído um conjunto de *performances*, pode-se investigar, se, ao longo do tempo, as mesmas *performances* continuam sendo associadas ou se outras aparecem, modificando a essência do actante. Em especial, Latour (2016) aponta a possibilidade de quantificar essas redes e investigar seu crescimento ou redução.

Metodologia

O trabalho segue a trajetória metodológica proposta pela Sociologia Simétrica da Educação em Ciências (LIMA *et al.*, 2018). Primeiramente, partiu-se da literatura especializada em história da Física Quântica (GREENSTEIN; ZAJONE, 2006; JAMMER, 1966; LONGAIR, 2013; MARTINS; ROSA, 2014) para definir um conjunto de artigos que seriam considerados os enunciados objeto de estudo. Ao final desta primeira etapa, foram selecionados sete artigos seminais sobre a dualidade onda partícula (BORN, 1983; DE BROGLIE, 1922, 1923; EINSTEIN, 1905, 1909; SCHRODINGER, 1928). Esses enunciados, ademais, pertencem todos ao mesmo gênero do discurso – a dizer, o gênero do artigo científico.

Em cada artigo, buscamos identificar a visão do autor sobre o status ontológico da natureza ondulatória e da natureza corpuscular dos entes quânticos. Isso permitiu identificar qual era a concepção de dualidade-onda partícula em cada um desses artigos (em alguns casos, entretanto, a visão apresentada não poderia ser considerada dual)². Nesse sentido, pode-se dizer que cada trabalho caracteriza a “essência” do actante fóton (ou elétron ou qualquer outro objeto quântico) de uma forma diferente, expressando suas *performances* e indicando toda uma rede sociotécnica que apoia essa descrição. A caracterização dessa essência (conjunto de *performances*) em cada trabalho foi, então, tomada como uma categoria de análise

Na sequência, buscamos seções de três livros didáticos do ensino superior que tratem de Física Quântica, um básico (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009), um intermediário (EISBERG; RESNICK, 1985) e um avançado (COHEN-TANUJI; DIU; LALOËFRANCK, 1991), que tratam da dualidade onda partícula (os três livros pertencem ao gênero do discurso livro didático de ensino superior). Todos os trechos que remetem à natureza dual foram, então, transcritos. E, por fim, identificamos com que visão cada trecho concordava ou, até mesmo, se hibridizava duas visões (LIMA *et al.*, 2018). Foram, então, contabilizados os números de vezes que cada visão

² Conforme aponta Lima *et al.* (2018), tal processo de identificação pauta-se em uma interpretação subjetiva, na qual os pesquisadores relacionam os enunciados objeto de pesquisa com outros enunciados, identificando as possíveis relações. O fato de ser subjetivo, entretanto, não implica que a análise é imprecisa. Pelo contrário, a análise subjetiva é materialmente lastreada pelo que é encontrado nas fontes historiográficas primárias, podendo ser verificadas por qualquer leitor(a). Em especial, nesse caso, a discussão é lastreada não somente pelos dados historiográfico primários mas também pelas discussões presentes na literatura especializada (FREIRE, 2015; GREENSTEIN; ZAJONE, 2006; JAMMER, 1966, 1974; MARTINS; ROSA, 2014).

apareceu bem como o ordenamento das visões ao longo dos enunciados a fim de identificar se houve estabilização ontológica ao longo do texto. Tal possibilidade de quantização para investigação é apontada por Latour (2016) e, na Educação em Ciências, foi realizada por Vazata *et al.* (2018).

.Resultados

Neste trabalho, devido à limitação de espaço, apresentamos apenas uma tabela síntese com principais elementos da visão de dualidade-onda partícula presente em cada artigo.

Tabela 1. Categorias de análise construídas a partir da leitura dos enunciados pertencentes ao gênero do discurso artigo científico. Em cada categoria são apresentadas as *performances* que caracterizam a essência da dualidade onda-partícula em uma proposição específica.

C	Autor	Ano	Descrição	Características
1	Einstein	1905	A radiação eletromagnética consiste em um número finito de <i>quanta</i> de energia, que estão localizados em pontos do espaço. Eles se movem sem se dividir.	Corpuscular; Quantum devem ser emitidos ou absorvidos em unidades completa.
2	Einstein	1909	A radiação é formada por um conjunto de <i>quanta</i> imersas num campo vetorial.	Dual; há necessidade de descrever as duas naturezas simultaneamente.
3	Louis de Broglie	1922	Estuda a radiação negra como sendo um gás formado por quanta.	Corpuscular; <i>quanta</i> tinham massa relativística
4	Louis de Broglie	1923	Relaciona os entes quânticos com $E = hf$ $E=mc^2$.	Dual, conceito de onda virtual associada à partícula; ondas monocromáticas, momentum constante
5	Schrödinger	1926	Propõe Mecânica Ondulatória. Parte de um Princípio de minimização e das ondas de Louis de Broglie.	Ondulatória; nega a natureza corpuscular da luz e dos elétrons.
6	Max Born	1926	Interpretação probabilística da função de onda	Vocabulário corpuscular, apresenta uma onda probabilística
7	Niels Bohr	1928	Determinar a trajetória de uma partícula ou observar os efeitos de interferência devem ser vistos como resultados complementares.	Dual; Princípio da Complementaridade

As categorias da tabela 1, que caracterizam as performances relacionadas às diferentes proposições, foram, então, usadas para classificar os trechos dos livros didáticos. Na Figura 1, apresentamos o número de vezes que cada livro apresenta uma das 7 visões (ordenadas de acordo com a tabela 1).

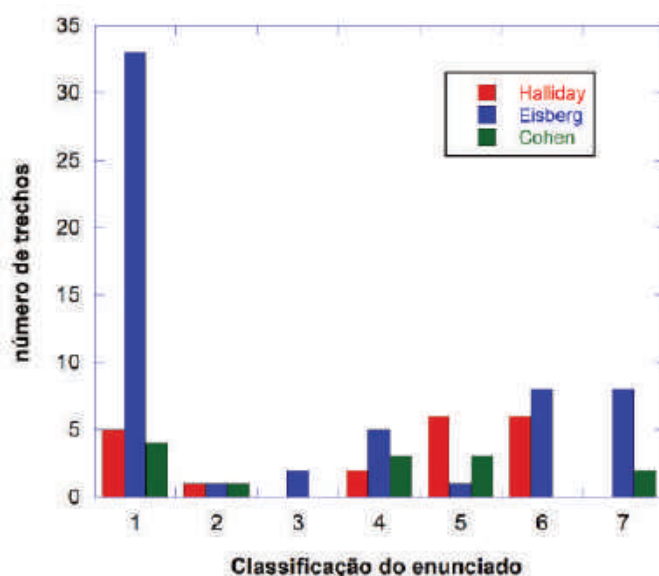


Figura 1: Gráfico de barras para as quantidades de trechos sobre dualidade onda-partícula (eixo y) divididos pelas categorias da Tabela 1 (eixo x).

A figura 1 detalha a quantidade de trechos referentes a cada interpretação em cada um dos três livros. O gráfico evidencia que em Eisberg os autores utilizam com maior frequência a explicação corpuscular de Einstein (1905), em relação às demais interpretações. Esta é a única das três obras que apresenta tal disparidade.

Tanto a obra de Halliday quanto a de Cohen não apresentam todas as visões dos artigos originais. Em Halliday o autor apresenta uma quantidade semelhante de enunciados que se referem a visão corpuscular de Einstein, da ondulatória de Schrodinger e da dualidade de Born. Ademais, destaca-se que os autores sequer mencionam o princípio da complementaridade de Bohr, sendo que essa é um dos pilares da Interpretação de Copenhague (HEISENBERG, 2000) – considerada a interpretação hegemônica da Física Quântica (CARROL, 2019; HOWARD, 20004). Na obra de Cohen, os autores não aprofundam as discussões em torno da dualidade onda partícula, visto a quantidade reduzida de trechos sobre o assunto. Como é visto em Halliday, o livro não adota apenas uma interpretação e tem uma quantidade semelhante de trechos de Einstein(1905), de Broglie (1923) e Schrodinger (1926).

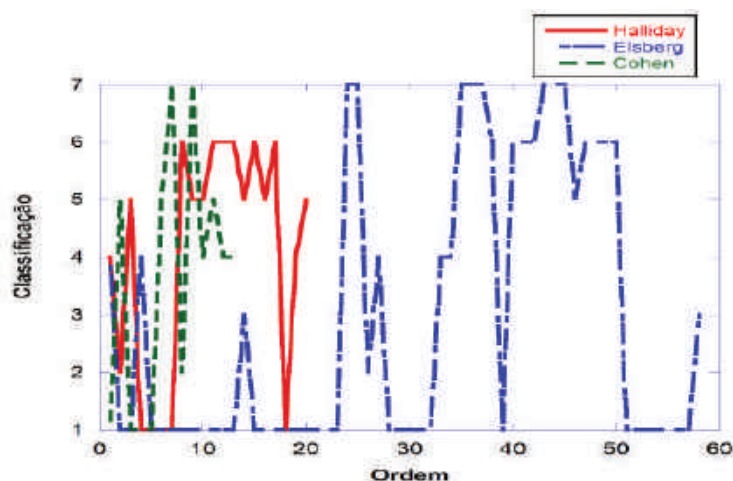


Figura 2: O gráfico mostra a ordem dos trechos sobre dualidade em ordem ao longo dos livros (eixo x) e a classificação das categorias da tabela 1 (eixo y).

A figura 2 mostra as diferentes proposições ontológicas sobre a radiação eletromagnética utilizada pelos autores, ao longo dos três livros. O comportamento de cada livro no gráfico da figura 2 evidencia que nenhuma interpretação foi estabilizada em nenhum livro. Mesmo a obra de Eisberg que possui um número elevado de enunciados para uma categoria, em relação às demais, não estabiliza nenhuma interpretação. Ao longo do livro há uma constante variação de interpretações. Além disso, os livros não apresentam linearidade histórica, visto que nenhum livro apresentou reta ascendente no gráfico.

Uma característica peculiar encontrada nos livros é a hibridização de teorias. Usualmente os autores mesclam teorias, formando uma nova proposta, como mostramos no trecho a seguir: “Estas ondas estão associadas a elétrons, prótons, e outras partículas fundamentais, e até mesmo átomos e moléculas. Porque normalmente pensamos nestas partículas constituindo matéria, tais ondas são chamadas ondas de matéria (HALLIDAY, p. 445)”. O autor menciona que as ondas associadas a partículas (onda de De Broglie) são ondas da matéria (mecânica ondulatória de Schrodinger). De Broglie não entende que a matéria se comporte estritamente como onda, assim como Schrodinger não defende em sua teoria ondas designadas a pilotar partículas. No entanto, apesar da diferença das propostas dos autores, ambas se fazem presentes num mesmo trecho para explicar uma nova interpretação proposta pelo autor do livro didático, formulada a partir das teorias de Louis de Broglie e Schrodinger.

Considerações Finais

Analisando os três livros de ensino superior podemos observar que todos, apesar de não discutirem explicitamente que há diferentes proposição de dualidade onda-partícula, aderem a mais de uma ao longo de seus enunciados. Enquanto a obra de Eisberg enfatiza a definição corpuscular, os livros de Cohen e de Halliday não apresentam proeminência de uma determinada interpretação. Em relação a evolução dos conceitos ao longo dos livros, foi possível concluir que nenhuma das visões atinge estabilização. Além dessa variação de interpretação, existem sentenças que alteram as visões originais e possuem erros históricos, os quais colocamos no gráfico como não identificadas. Ademais, nota-se a existência de hibridização nas proposições: em diversos momentos os autores mesclam *performances*, sem deixar claro quais são os respectivos autores de cada proposição. Tal resultado corrobora discussões já existentes na literatura (JUSTI; GILBERT, 2000; LIMA *et al.*, 2018)

Desse modo, verificamos que os livros didáticos adotam um processo de compressão de interpretações, silenciando a existência de diferentes proposições, mas aderindo a elas de forma inconsistente. Tal resultado indica o comprometimento com uma proposta pedagógica que privilegia um ensino de física instrumental em detrimento de uma discussão teórica e filosófica mais profunda, uma característica marcante da pedagogia científica do período de guerra fria (KAISER, 2005). Por fim, entendemos que tais resultados indicam a necessidade de uma virada pedagógica no ensino de Física Quântica.

Referências

BORN, Max. **On the Quantum Mechanics of Collisions**. In: WHEELER, J A; ZUREK, WOJCIECH H (Org.). *Quantum Theory and Measurement*. Princeton: Princeton University Press, 1983. p. 52–55.

CALLON, Michel. **Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay**. *The Sociological Review*, v. 32, p. 196–233, 1984.

CARROL, S. **Something Deeply Hidden: Quantum Worlds and Emergence of Spacetime**. New York: Dutton Books, 2019.

CAVALCANTI, C J H *et al.* **Software-aided discussion about classical picture of Mach–Zehnder interferometer**. *European Journal of Physics*, v. 38, n. 6, p. 065703, 1 nov. 2017. Disponível em: <<http://stacks.iop.org/0143-0807/38/i=6/a=065703?key=crossref.bef8e21bf0c5785d5cbb5c42edcb620a>>.

COHEN-TANUJI, Claude; DIU, Bernard; LALOËFRANCK. **Quantum Mechanics**. New York: Wiley, 1991.

DE BROGLIE, Louis. **Ondes et Quanta**. *Comptes Rendus*, v. 177, p. 507–510, 1923.

DE BROGLIE, Louis. **Rayonnement noir et quanta de lumière**. *Journal Physical Radium*, v. 3, n. 11, p. 422–428, 1922.

EINSTEIN, Albert. **On the Development of Our Views Concerning the nature and constitution of radiation**. *Albert Einsteins - The Swiss Years: Writings, 1900-1909 (English translation supplement)*.

EINSTEIN, Albert. **Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt**. *Annalen de Physik*, v. 17, n. 132, 1905.

EISBERG, R; RESNICK, R. **Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles**. New York: John Wiley and Sons, 1985.

FEYNMAN, Richard; LEIGHTON, R; SANDS, M. **Feynman's Lectures on Physics**. Pasadena: California Institute of Technology, 2013.

FREIRE, O. **The Quantum Dissidents: Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)**. Berlin: Springer, 2015.

GREENSTEIN, G; ZAJONE, A G. **The Quantum Challenge – Modern Research on the Foundation of Quantum Mechanics**. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers, 2006.

HEISENBERG, W. **Physics and Philosophy**. London: Penguin Books, 2000.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física: ótica e física moderna**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HOWARD, D. **Who invented the “Copenhagen interpretation”? A study in mythology**. *Philosophy of Science*, v. 71, n. 5, p. 669–682, 2004.

HOLBROW, C H; GALVEZ, E; PARKS, M E. **Photon quantum mechanics and beam splitters**. *American Journal of Physics*, v. 70, n. 3, p. 260–265, 2002.

JAMMER, Max. **The Conceptual Development of Quantum Mechanics**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1966.

JAMMER, Max. **The Philosophy of Quantum Physics**. New York: John Wiley and Sons, 1974.

JUSTI, R.; GILBERT, J. **History and philosophy of science through models: some challenges in the case of “the atom”**. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 9, p. 993–1009, 2000.

KAISER, D. **Drawing Theories Apart: The dispersion of Feynmann’s diagrams in Postwar Physics**. Chicago: Chicago University Press, 2005.

LATOUR, Bruno. **We have never been modern**. Cambridge: Harvard University Press, 1993.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **Laboratory Life: The construction of scientific facts**. Princeton: Princeton University Press, 1986.

LATOUR, B. **Cogitamus: Seis Cartas sobre as Humanidades Científicas**. São Paulo: Editora 34, 2016. E-book.

LIMA, Nathan Willig *et al.* **Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, n. 0 SE-Artigos, 5 maio 2019.

LIMA, Nathan Willig *et al.* **Louis de Broglie’s wave-particle duality: from textbooks_ blackboxes to a chain of reference presentation**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*.

LIMA, Nathan Willig *et al.* **Um Estudo Metalinguístico sobre as Interpretações do Fóton nos Livros Didáticos de Física Aprovados no PNLDEM 2015: Elementos para uma Sociologia Simétrica da Educação em Ciências**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 1, p. 331–364, 2018.

LIMA, Nathan Willig; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio José de Holanda. **A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, p. 367–388, 2018.

LONGAIR, Malcolm. **Quantum Concepts in Physics: An Alternative Approach to the Understanding of Quantum Mechanics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

MARTINS, Roberto de Andrade; ROSA, P S. **História da teoria quântica - a dualidade onda-partícula, de Einstein a De Broglie**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

SARTRE, Jean-Paul. **Existentialism is a Humanism**. Yale University Press, 2007.

SCHRODINGER, Erwing. **Collected Papers on Wave Mechanics**. Londo: Backie & Son Limited, 1928.

CAVALCANTI; OSTERMANN, 2018; SINGH, 2016;VAZATA, Pedro Antônio Viana *et al.* **Proposta de um dispositivo analítico para avaliação da estabilização ontológica de um actante em livros didáticos à luz dos estudos da ciência de Bruno Latour**.

Linha 4

Comunicação em práticas educativas formais, informais e não formais e o ensino de Física

Apresentações Orais

História, políticas e práticas de divulgação científica e suas relações com o ensino de Física; educação em museus e centros de ciências; feiras e exposições de Ciências; interdisciplinaridade; interface Ciência e arte no ensino e aprendizagem de conceitos de Física.

O USO DE MEMES NA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA: O HUMOR COMO FORMA DE ENGAJAMENTO CIENTÍFICO EM REDES SOCIAIS

THE USE OF MEMES IN SCIENTIFIC COMMUNICATION: HUMOR AS A FORM OF SCIENTIFIC ENGAGEMENT IN SOCIAL NETWORKS

Jose Marcelo Severino da Silva Filho¹, João Eduardo Fernandes Ramos²

¹UFPE-Campus Agreste/Núcleo de Formação Docente, marcelo99998@gmail.com

²UFPE-Campus Agreste/Núcleo de Formação Docente, joao.framos@ufpe.br

Resumo

Na internet é possível encontrar variados gêneros humorísticos, dentre eles o *meme*. Os *memes* são todo tipo de ideias que se propagam rapidamente na internet, geralmente manifestado por expressões, desenhos padronizados, em sua grande maioria de carinhas ou fotos, e que ultimamente tem se tornado uma forma de expressão e discussão pública. Nossa proposta nesta pesquisa foi investigar de que maneira os memes são usados na comunicação científica em páginas de divulgação nas redes sociais. Para a realização deste estudo fizemos uma busca com as palavras chaves 'humor', 'ciência' e 'memes' na internet e redes sociais. Encontramos poucas páginas que fazem isso de forma específica. Como resultado encontramos diversos *memes* com temáticas variadas relacionadas a ciência, tanto quanto ao fazer científico quanto a conceitos. Também observamos que a fotografia do buraco negro apresentada em 2019 acabou se tornando um *meme*. Com isso pudemos observar que os *memes* são uma linguagem interessante para a apresentação de conteúdos científicos nas redes sociais e que podem gerar um engajamento para a ciência.

Palavras-chave: Humor; Memes; Redes sociais; Divulgação científica, Engajamento.

Abstract

On the internet it is possible to find several humoristic genres, such as the *meme*. The *memes* are every kind of ideas that rapidly propagates on the internet, usually in the form of expressions, patterned cartoons, mostly little faces and pictures, that lately have become a form of expression and public debate. Our proposal in this research was to investigate how memes are used in scientific communication on dissemination pages on social networks. For this study we searched with the key words 'humor', 'science' and 'memes' on the internet and social networks. We found a few pages that do this specifically. As result we have found several *memes* with several thematic related to science, science making e to scientific concepts. We have also observed that the black hole image that was presented on 2019, became one *meme*. With these we could observe that the *memes* are a interesting language to present scientific subjects on social networks and that may promote a scientific engagement.

Keywords: Humor; Meme; Social network; Science communication; Engagement.

Introdução

Na internet é possível encontrar variados gêneros humorísticos como: piadas, charges, fotografias, fotomontagens, paródias, vídeos, memes, blogs, entre tantos outros. Gêneros que já existiam ou são frutos da própria internet, que ganham importância à medida que vão virando moda no mundo virtual.

Os *memes* de internet são todo tipo de ideias que se propagam rapidamente, geralmente manifestado por expressões; desenhos padronizados, em sua grande maioria de carinhas, fotos, e até mesmo vídeos que, dentro de algum contexto, abruptamente se tornaram populares na internet e ganharam valores simbólicos para representar alguma situação ou sentimento, de modo lúdico (SILVA, 2012). A origem do nome *meme*, teria sua origem em uma definição de Richard Dawkins ao se referir à memória a as ideias com capacidade de se auto propagar (SILVA, 2012; PASSOS, 2012). Para a pesquisadora Limor Shifman (2014, p. 123), memes de Internet são formas de expressão e discussão pública cuja manifestação da opinião política é feita de maneira acessível, barata e prazerosa.

Sírio Possenti, em uma análise sobre as histórias cômicas no suporte eletrônico, afirma que embora apresentem uma nova roupagem, mais incrementada, não parece haver nada de novo no humor virtual. Para Possenti (2010, p. 120), “incrementam-se os suportes, mas continua-se a rir do baixo ou do que se rebaixa e dos jogos de linguagem; há também ingredientes de surpresa”. Mas, para o autor, o principal diferencial do suporte virtual é o seu alcance.

De fato, dado a facilidade de acesso e a liberdade de acessar os conteúdos sem ser incomodado, ou vigiado (como em muitos casos), faz com que o humor presente na internet alcance leitores que os suportes impressos muitas vezes não alcançam. No entanto, este maior alcance traz o problema da qualidade e da veracidade do que é acessado pelo internauta. Há também a sensação de gratuidade ao se acessar conteúdo na internet.

Mas, Maria Aparecida Ottoni (2005) questiona se este humor acessado na internet seria um humor de reprodução ou problematização? Uma vez que o humor também pode alienar. Assim, a proposta de Ottoni é de que se procurem caminhos para que se desenvolva um trabalho crítico de leitura de diferentes gêneros discursivos humorísticos.

Além do mais o humor virtual acaba sendo bastante acessado, o que pode ser visto pelo grande número de acesso nas páginas virtuais. Em parte, isso se deve pela relação entre o jovem e a internet. De forma geral os que são mais diretamente atraídos pelo mundo virtual são os jovens. Afinal, já estão em contato com ele desde que nascem. Um exemplo que vem à mente é o vídeo da criança que tenta folhear uma revista como se fosse um tablet. Sinais cada vez mais comuns desta mudança de paradigma tecnológico. De certa forma, a idade de alguns desses jovens é justamente a idade da internet, e muitas transformações passam a ocorrer mais rápido.

No ambiente escolar não é diferente, seja de maneira proposital ou não. Proposital no sentido da utilização de tecnologias para o ensino, como tablet e softwares. Por outro lado, é difícil encontrar um aluno que já não possua um

smartphone, fruto de uma sociedade voltada para o estímulo ao consumo. Assim, dado este contexto, como o jovem se relaciona com o ambiente virtual? Ele é utilizado de forma proveitosa? Claro que há momentos em que ele é utilizado para o lazer, mas vai além disto?

Em sua tese de doutorado, Cláudia Prioste (2013) realiza um estudo com o objetivo de identificar os hábitos e os interesses dos adolescentes no ciberespaço buscando apreender os possíveis efeitos em sua constituição subjetiva. E conclui que os jovens são atraídos pelo ciberespaço principalmente pela possibilidade de exercitar fantasias virtuais e se sentirem aceitos pelo grupo. Segundo Prioste, entre os meninos, prevaleciam as fantasias onipotentes e sádicas, com as seguintes temáticas: o terrorista/policial, o herói/sobrenatural, o *hacker/expert*. Entre as meninas, eram frequentes as fantasias românticas, cujos temas principais envolviam: a amada/escolhida, a mãe/bebê, a celebridade. Em relação ao conteúdo e as atividades, ela constatou que as atividades preferidas dos adolescentes consistiam em frequentar as redes sociais, jogar, assistir a vídeos, visitar homepages de celebridades e de pornografia.

Desta maneira, para a autora, os adolescentes têm seu psiquismo violado e há a contribuição para uma alienação, onde o que poderia servir de diferencial, atua como mecanismo de opressão. Faz-se necessária uma atuação na formação efetiva dos jovens de maneira a apresentar um olhar crítico a estas mídias virtuais. Um levantar a cabeça. Além disto, devemos ter em mente, como sugere a autora que a alfabetização digital não se resume ao acesso à tecnologia. Ela envolve também elementos como a habilidade de pesquisa e a capacidade de aprendizagem. A escola pode tentar dialogar com o gosto inicial que o estudante possui sobre estes temas do mundo virtual e tentar levá-lo além.

É neste contexto do mundo virtual, do humor e da divulgação científica que situamos a nossa pesquisa. Queremos investigar de que maneira os memes são usados na comunicação científica em páginas de divulgação nas redes sociais, principalmente o Facebook e o Instagram, e observar quais as características desse tipo de linguagem e quais possíveis contribuições para a divulgação científica, pois, é um resultado conhecido de que o humor é uma ferramenta interessante para a comunicação científica, pois, o humor acaba funcionando como uma forma de cativar o público e facilitar a comunicação (RIESCH, 2015; PINTO *et al*, 2015). Não é à toa que cientistas como Neil de Grasse Tyson utilizam o humor em programas de divulgação (HOSLER, 2013). Em seu programa de divulgação científica, Star Talk, Tyson tem o costume de sempre ser acompanhado por um comediante que participa da entrevista e dos temas apresentados.

Em relação ao uso do humor algumas abordagens apontam o fato do humor possibilitar manter o foco e a atenção da audiência (PILCHER, 2010; MCCRORY, 2010, p. 85; VIEIRA, 2007). Além de também possibilitar se aproximar do público como aponta do “comediante da ciência”, Brian Malow, colaborador do show de rádio StarTalk com Neil DeGrasse Tyson, por mostrar que somos humanos e temos uma história (SANTISI, 2011). Assim o mote de Abrahams, criador do IgNobel, acaba sendo utilizado, rir e depois pensar.

Ao entrevistar diversos profissionais da comunicação científica e da educação informal sobre o papel das emoções na comunicação, Paul McCrory (2010, p. 85) observou que todos afirmaram que o humor era uma ferramenta importante para a apresentação de shows de ciência, sejam na televisão ou em

museus, por exemplo. As justificativas são bastante variadas como a possibilidade de aliviar a tensão ao explorar diferentes concepções (p. 85), quebrar o gelo (p. 86), mostrar o cientista como uma pessoa real (p. 86), por exemplo. McCrory (2010, p. 87-88) observou também que o principal tipo de humor é que o surge naturalmente na interação, algo que também é apontado por Malow ao afirmar que é preciso conhecer o seu público e usar o humor de acordo com ele (SANTISI, 2011).

Sobre a relação específica entre a divulgação e o uso dos memes, encontramos o estudo de Gunthier (*et al.*, 2019, p. 1005), que como resultado sugere a utilização de memes científicos como forma de combater fake news ligadas à ciência. Ou seja, há uma indicação de que pode ser interessante o uso de memes na comunicação científica. O estudo de Gunthier visava entender meios de engajar a população alemã na marcha pela ciência.

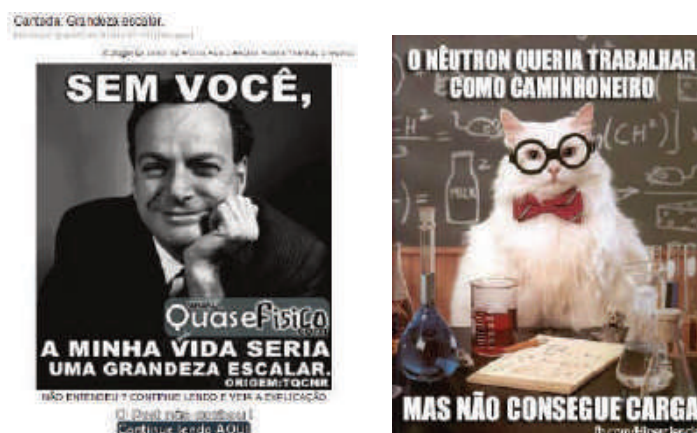
Para a realização deste estudo preliminar, fizemos uma busca com as palavras chaves ‘humor’, ‘ciência’ e ‘memes’ na internet e redes sociais. Visitamos os perfis de revistas de divulgação nacional, como Superinteressante e Galileu, em busca de piadas ou memes. A partir desta seleção de páginas, buscamos observar as postagens que utilizaram os memes relacionado a algum conteúdo científico, especificamente de física ou astronomia. De posse do material, realizamos uma interpretação da piada e tentamos identificar a recepção da postagem por meio de comentários e curtidas, a fim de tentar identificar o seu impacto.

Os “memes científicos”

Não encontramos muitos perfis, específicos com a temática estudada. Algumas páginas continham algumas centenas de seguidores, e acabamos focando nas que possuíam pelo menos 15 mil seguidores. Das páginas visitadas, observamos que os principais portais de divulgação, como os da revista Superinteressante, Galileu, entre outras, não apresentam memes nas suas páginas virtuais nas redes sociais. No geral, são links para as publicações e notícias no site específico da revista. As postagens com memes acabaram sendo encontradas em páginas produzidas por estudantes de física, tanto brasileiros quanto estrangeiros. Destacando, aproximadamente, 5 perfis nacionais de impacto e 3 internacionais. Por esse motivo, acreditamos que o tom informal das páginas, acaba permitindo um espaço para a publicação de memes e outras piadas. Apresentamos a seguir alguns dos resultados encontrados.

A página do *Quase Físico* no Facebook (110 mil seguidores), apresenta diferentes memes e brincadeiras com o universo do graduando de Física. Criado, por um estudante de física, com a ideia de “integrar as pessoas à física e derivar humor”, como indicado no blog da página¹. Como a própria descrição da página indica o site não está preocupado em necessariamente explicar tudo o que está lá, se voltando para a ideia de que “entendedores, entenderão”. Como é o caso da piada romântica abaixo:

¹ <http://quasefisico.blogspot.com.br/>. Acessado em 02/03/2020



Figuras 01 e 02: Piada sobre grandezas vetoriais e o gato químico.

Fonte: Blog quase físico e Blog humor na ciência.

Neste caso o blog convida o leitor que tiver interesse de ver a explicação da “cantada científica”. É um exemplo onde há a veiculação de um conteúdo além da piada em si. No exemplo, há uma brincadeira com a definição de grandeza escalar que diferente da grandeza vetorial, não possui direção e sentido, puro romantismo. A veiculação da imagem do Feynman na piada, devido a sua pose, também contribui para a instauração do humor e caracterização do gênero meme.

Além destes, outras páginas como *Ciência com Humor*² e *Humor na Ciência*³ (21mil seguidores), que reúne piadas científicas desde 1999, e outros exemplos de memes e piadas que circulam pelo mundo virtual como “o gato químico”.

No caso do meme do gato, o que acaba ocorrendo é que uma piada já existente é acompanhada de uma imagem engraçada, e inesperada, de um gato como cientista. Chama atenção, no quadro negro, ao fundo, os estudos do gato para conseguir capturar um rato. Ao mesmo tempo, gato está com uma pose também de professor. Como característica dos memes, a mesma imagem pode ser utilizada para outras piadas, dependendo apenas da criatividade dos autores e da temática.

Nestes dois casos, no entanto, ocorre o que Possenti pontuou em relação ao humor virtual apenas dar uma nova cara a piadas antigas. E são piadas que sozinhas não problematizam a ciência, mas brincam com o trocadilho de palavras e conceitos.

Duas páginas do Instagram apresentaram conteúdos na forma de memes, a *Decifrando Astronomia* e *Science Explosion*. A primeira, que também possui página no Facebook, tem como objetivo compartilhar informações sobre novidades e curiosidades, de uma forma leve e focada em astronomia, astrobiologia e astrofotografia. No Facebook a página é curtida por 369 mil pessoas e no Instagram por 67 mil. Esses números apontam o alcance deste tipo de páginas. Evidente que não é um número grande comparado a portais maiores. A página está ativa desde 2016, com bastante material produzido. São postagens majoritariamente sobre astronomia, mas dentre elas se destacam postagens com memes.

² <http://www.humorcomciencia.com/>. Acessado em: 04/03/2020

³ <http://www.humornaciencia.com.br/>. Acessado em: 04/03/2020



Figura 03: meme de Einstein.

Fonte: Facebook.

No exemplo da figura 03, há uma quebra de expectativa com a expressão 'faça comigo o que faz de melhor na cama'. Enquanto o leitor por esperar algo ligado ao sexo, aparece uma resposta sobre ao invés de namorar, ficar explicando física. Há uma brincadeira com a imagem do Einstein, mas, tirando isso, é uma forma de piada conhecida. O destaque fica pelo número de compartilhamentos, 1,4 mil, que é um aspecto do meme e do humor virtual o seu compartilhamento.

A segunda página, é uma página em inglês chamada *Science Explosion*. Destacamos esta por ser uma página especificamente para memes científicos. São piadas que irão falar sobre a temática dos estudantes de física e da ciência em geral.

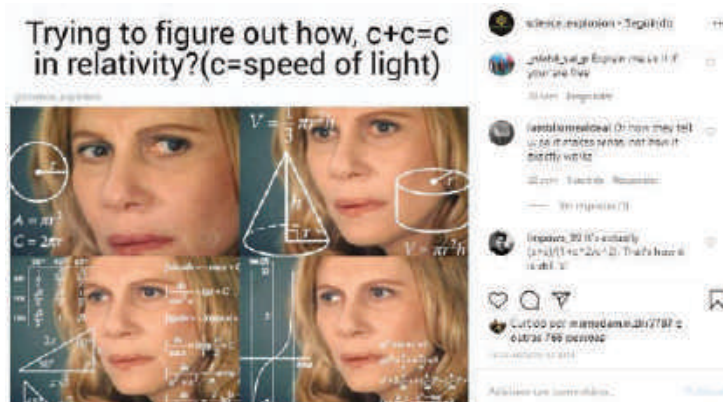


Figura 04: meme Nazaré Tedesco e relatividade.

Fonte: Instagram.

Neste exemplo selecionado o meme da Nazaré Tedesco pensando é usado para dar contexto a questão "tentando entender como $c+c=c$ na relatividade". A imagem dialoga com o texto e mostrando que é um conceito realmente estranho. O que destacamos aqui é a interação que a rede social permitiu. Há um comentário pedindo explicação e outro abaixo explicando que é preciso o fator de Lorentz para mostrar que a velocidade fica constante. De alguma maneira a pergunta instigou a curiosidade. Não é a postagem de maior curtida, mas é um exemplo interessante de como a questão junto como meme produz uma interação humorística.

Os exemplos apresentados servem para dar uma noção de como o humor relacionado com a ciência pode aparecer na internet. Corroborando com Possenti, não é um humor novo, mas tem um impacto na divulgação e no compartilhamento das piadas, o que aponta para um possível auxílio na divulgação das temáticas.

O caso da imagem do buraco negro

Um aspecto curioso observado nas redes sociais foi a transformação da "foto" de um buraco negro em um meme. Nas imagens abaixo a foto ganha diferentes significados tanto pela sua forma quanto pelo seu conteúdo ligado ao conceito de que o buraco negro atrai tudo ao seu redor. Encontramos estas piadas tanto em sites de divulgação como em páginas puramente humorísticas expandindo assim o alcance da divulgação e da temática.



Figuras 05, 06 e 07: memes criados com a fotografia do buraco negro

Fonte: <https://m.megacurioso.com.br/artes-cultura/111198-13-das-melhores-piadas-que-fizeram-com-a-primeira-foto-de-um-buraco-negro.htm>

Nos exemplos selecionados diferentes aspectos da foto estão presentes, com características diferentes para causar o riso. Na primeira, há uma brincadeira relativa à semelhança da imagem do buraco negro com o olho de um gato. Na segunda, uma brincadeira com a relação entre um modelo teórico e a realidade, comparando com a propaganda de um hambúrguer. Já a terceira, brinca com a falta de dinheiro de um estagiário, indicando que o dinheiro é “sugado” da carteira para um buraco negro.

Este caso dos memes com o buraco negro é interessante por indicar o alcance de certas notícias científicas que extrapolam o espaço da ciência. Como aponta Sifman (2014), o meme serviu como linguagem para esta manifestação da opinião pública em relação a imagem do buraco negro.

Considerações finais

De certa maneira, o que se tem observado é que o engajamento do público em relação à ciência tem se tornado cada vez menos formal e mais aberto a outros meios como os festivais de ciência e shows de comédia (HOSLER, 2013). Como pudemos observar, de nosso breve levantamento, este engajamento também tem se tornando informal nos espaços virtuais com a presença dos memes.

Portanto, a proposta desta pesquisa foi mostrar e analisar alguns casos em que a ciência se torna engraçada a partir do uso dos memes. São exemplos que servem para ilustrar alguns conceitos e estas relações. Não seria possível ensinar um curso inteiro de física só utilizando piadas, e nem é esta a proposta. Aqui elas surgem como motivadoras. No entanto nada impede, e esses exemplos mostram isso, que qualquer assunto possa virar uma piada.

Os temas que geram humor na Física e na Ciência são muito gerais. Há temas políticos, temas sobre a produção científica e o cientista, temas do universo nerd, e até temas da própria ciência, como os exemplos que brincam com conceitos.

E os tipos também variam, desde a ironia até o deboche ou sarcasmo. Aprofundar o estudo desta temática e, quem sabe, realizar um estudo sobre o seu real impacto, tanto no espaço da escola quanto nos espaços informais, é algo que tem um bom potencial de ser estudado.

Referências

GUENTHER, Lars; RUHRMANN, Georg; WEIGELT, Natalie; ZAREMBA, Mercedes C. Facts, Opinions, and Scientific Memes: Reflections of and Recommendations for the March for Science in Germany. **Sociological Forum**. Vol. 34, n. 4, 2019.

HOSLER, Linda. The Culture of Science Engagement Is Becoming Less Formal, Experts Agree. **American Association for The Advancement of Science AAAS**. 2013. Disponível em <<http://www.aaas.org/news/culture-science-engagement-becoming-less-formal-experts-agree>>. Acesso em 04 de mar de 2020.

MCCRORY, Paul. **In search of excitement and wonder – an investigation of how post-primary teachers can emotionally engage students in science through their performance**. PhD Thesis. School of Education, Faculty of Arts, Humanities and Social Sciences, Queen’s University of Belfast, 2010.

OTTONI, Maria A. R. O humor na internet: reprodução ou problematização. **Intercâmbio**, São Paulo, v. 14, 2005.

PASSOS, Marcos V. P. O gênero “meme” em propostas de produção de textos: implicações discursivas e multimodais. **Anais do SIELP**. Uberlândia: EDUFU, 2012.

PILCHER, H. A better class of heckle. **Nature**. Vol. 467. 2010.

PINTO, Bruno; MARÇAL, David; VAZ, Sofia G. Communicating through humour: A project of stand-up comedy about science. **Public Understanding of Science**. Vol. 24(7), 2015.

POSSENTI, Sírio. **Humor, língua e discurso**. São Paulo: Contexto, 2010.

PRIOSTE, Claudia. **O adolescente e a internet: laços e embaraços no mundo virtual**. Tese de doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

RIESCH, Hauke. Why did the proton cross the road? Humour and science communication. **Public Understanding of Science**, Vol. 24(7), 2015.

SANTISI, Jennifer. In the Quest for Public Engagement, Scientists Should Look to Humor, Comedian Says. **American Association for The Advancement of Science AAAS**. 2011. Disponível em <<http://www.aaas.org/news/quest-public-engagement-scientists-should-look-humor-comedian-says>>. Acesso em 04 de mar de 2020.

SHIFMAN, Limor. **Memes in digital culture**. Cambridge: MIT Press, 2014.

SILVA, Guilherme. Arte e cultura dos memes. **Polêm!ca**. v. 11, n.1, pp. 130-134, 2012.

VIEIRA, C. L. **Pequeno Manual de Divulgação Científica: Dicas para cientistas e divulgadores da ciência**. 3ed. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje. 2007. p. 11-32.

REFLEXÕES SOBRE A CIÊNCIA E A SUA REPRESENTAÇÃO EM FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA

REFLECTIONS ABOUT SCIENCE AND YOUR REPRESENTATION IN SCIENCE FICTION MOVIES

Celso Luiz Mattos¹, Alice Helena Campos Pierson²

¹UFSCar/Programa de Pós Graduação em Educação, celsoluizmattos@gmail.com

²UFSCar/DME/ Programa de Pós Graduação em Educação, apierson@ufscar.br

Resumo

Este trabalho traz a análise da representação de ciência de um grupo de obras cinematográficas do gênero de ficção científica. Olhar para a Ciência e a atividade científica contida em um determinado filme possibilita perceber como ela está sendo representada e a quais valores e visões de mundo é associada de forma a, ao evidenciar essas representações, possibilitar refleti-las e questioná-las. Com esse estudo foi possível propor análises de quatro obras, Gravidade (2013), Operação Big Hero (2014), Ex_Machina (2015) e Perdido em Marte (2015). Foi utilizado o instrumento de análise proposto por Piassi (2007) que permitiu identificar nas obras os elementos contrafactuais e polos temáticos em relação à ciência, perceptíveis no gênero literário de ficção científica. Ao realizar as análises dos filmes foi possível notar que a identificação dos elementos contrafactuais evidencia fenômenos e conceitos científicos, enquanto a identificação dos polos temáticos possibilita estabelecer relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. As análises foram feitas visando propor elementos que possam contribuir com o planejamento de atividades didáticas para o ensino de ciências que contem com obras cinematográficas e se proponham a trabalhar uma visão crítica sobre a atividade científica. Pretendendo assim, um ensino de ciências que ofereça novos significados sobre a ciência e a tecnologia nas suas relações com o contexto social, político, econômico e cultural. Este estudo é relevante por discutir meios de analisar filmes de ficção científica com o objetivo desenvolver uma visão crítica em relação à ciência.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Cinema Educação; Ficção Científica.

Abstract

This work presents the analysis of the science representation of a group of cinematographic works of the science fiction genre. Looking at Science and the scientific activity contained in a given film makes it possible to perceive how it is being represented and what values and worldviews associated with it, by showing it, it is possible to reflect and question it. With this study it was possible to propose analyzes of four works, Gravidade (2013), Operation Big Hero (2014), Ex_Machina (2015) and Perdido em Marte (2015). The analysis instrument proposed by Piassi (2007) was used, which allowed us to identify in the works the counterfactual elements and thematic poles in relation to science that can be perceived in the science fiction literary genre. When performing the analysis of the films it was

possible to notice that the identification of counterfactual elements evidences scientific phenomena and concepts, while the identification of the thematic poles makes it possible to establish relations between Science, Technology and Society. In addition, the analysis instrument used has the potential to be used as a methodology in science teaching for the analysis of science fiction films. The analyzes were made in order to discuss elements that can contribute to the planning of didactic activities for the teaching of sciences that rely on cinematographic works and with a critical view on scientific activity. In this way, teaching science that offers new meanings about science and technology in its relations with the social, political, economic and cultural context. This study is relevant for discussing ways to analyze science fiction films in order to develop a critical view of science.

Keywords: Science teaching; Cinema Education; Science fiction.

Introdução

A escola é uma instituição capaz de agir diretamente na cultura de seus jovens. A cultura, aprendida através da educação formal e informal, é um complexo entre “conhecimento, crença, arte, lei, moral, costumes e quaisquer outras capacidades e hábitos adquiridos pelo homem como membro de uma sociedade.” (SANTAELLA, 2003, p. 37) Além, a cultura pode ser entendida como o que um grupo pensa e faz em um determinado tempo e espaço e, que além de ser resultado da ação humana, a cultura também produz e conduz a essa ação. Saviani (2001) argumenta que

(...) a cultura não é outra coisa senão, por um lado, a transformação que o homem opera sobre o meio e, por outro, os resultados dessa transformação. Portanto, se o homem nasce num contexto determinado, ele não é condicionado unilateralmente por este meio mas reage a ele, atua sobre ele e o transforma. (SAVIANI, 2001, p.2)

Como aponta Kellner (2001), a cultura contemporânea é fortemente influenciada pelas mídias de informação e comunicação, estas auxiliam na promoção de comportamentos, pensamentos e sentimentos, além de negociar com seus consumidores seus desejos, seus medos e suas crenças. O autor argumenta que as mídias atuam diretamente para a divulgação, reforço e manutenção de ideologias, posições, representações sociais e políticas dominantes e, também, como uma forma de resistência às forças hegemônicas.

A indústria cinematográfica, considerada um elemento da indústria cultural, produz produtos culturais que contribuem para a cultura das mídias. Assim, a reflexão crítica de filmes para e na educação pode propiciar um diálogo direto com professores, alunos e os produtos culturais que circulam pela cultura da mídia. De acordo com o autor

(,,,) entender o porquê da popularidade de certas produções pode elucidar o meio social em que elas nascem e circulam, podendo, portanto, levar-nos a perceber o que está acontecendo nas sociedades e nas culturas contemporâneas. (KELLNER, 2001, p.14)

Desta forma, este trabalho buscou refletir sobre *o que é ciência* e como a ciência é representada em filmes do gênero de ficção científica. A análise de filmes de ficção científica, e que trazem a ciência e o cientista em ação, pode nos ajudar a entender como a ciência é vista na contemporaneidade, podendo, assim, nos ajudar a evidenciar valores, comportamentos e ideologias associadas à atividade científica.

Sobre a Ciência

A Ciência é altamente valorizada pelas sociedades modernas. O predicado científico é utilizado de forma mágica para conceder valor e tornar confiável um produto, uma matéria no jornal ou o anúncio de governantes. Mas o que confere tal valor à ciência? Chalmers (1993) e Fourez (1995) atribuem essa valorização a uma visão ingênua sobre o processo de construção e desenvolvimento do conhecimento científico.

Nesta visão ingênua, ou de senso comum, podem aparecer visões distorcidas sobre a natureza da ciência (GIL-PEREZ, 2001). Segundo essas visões a atividade científica é vista como neutra, produzindo conhecimentos que não estão atrelados a nenhum interesse particular, dando à ciência um status de instituição moralmente superior. A visão ingênua sobre a natureza da ciência é limitante.

É comum, ainda, atribuir à atividade científica um método científico, comum a todas as áreas da ciência, baseado em um algoritmo rígido que garante exatidão, bastando segui-lo para se chegar à verdade absoluta. Desta forma, o trabalho científico não comporta a criatividade, a tentativa, o erro, a dúvida e as crises existentes ao longo da construção do conhecimento científico. Ao contrário, os conhecimentos “descobertos” pela ciência aparecem, no senso comum, de forma dogmática, descontextualizados das questões sociais que lhe deram origem, desconsiderando as crises e evoluções sofridas pelos conceitos científicos ao longo da história. Assim, é privilegiada uma visão em que a ciência cresce linearmente através do acúmulo de conhecimento, como se não existissem conflitos entre teorias.

Como aponta Morin (2005) o conhecimento científico não é cumulativo e linear, mas passa por transformações e rupturas entre modos de se compreender o mundo, de uma teoria para outra. De acordo com o autor, por exemplo, as teorias científicas aceitas não devem ser vistas como verdadeiras, mas como as mais adequadas para o estado do conhecimento de uma época.

Nesse contexto as forças políticas e econômicas agem ativamente nesse processo de manutenção das relações de poder. Fourez (1995) aponta que a necessidade mercantil da burguesia de um discurso claro, prático e direto, que seja compreensível em diversos locais e para diferentes povos, influenciou a ciência do séc. XVII. Para o autor a ciência moderna, e sua objetividade, trazem a ideia do discurso universal. Essa objetividade, então, nada mais é do que uma maneira de ver e representar o mundo em que sejam destacados os aspectos globais. Cria-se

uma representação mental que pode ser isolada, interiorizada e comunicada independente da cultura local do indivíduo.

Essa maneira objetiva de ver o mundo, entendida como cultura científica, diz respeito à linguagem, representações, simbologia, termos e as práticas partilhadas pelos cientistas de uma determinada área. Isso permite que dois cientistas de países distintos possam trocar informações sobre uma determinada experiência ou fenômeno, e serem compreensíveis um ao outro. Nesse sentido aprender uma ciência significa tornar compreensível e familiar a representação de mundo que essa ciência proporciona.

Enquanto isso, a Ciência elimina o sujeito do conhecimento científico ao separar fato de valores. Isso resulta que a ciência, por princípio, é irresponsável. Morin (2005) faz a denúncia de que a ciência não é capaz de pensar cientificamente sobre o seu papel social. O “método científico” que parece ser tão poderoso não possui condições de pensar sobre a própria ciência, a fim de se conhecer e se pensar.

Criticidade e Ensino de Ciências

Muito se debate sobre a necessidade de educar cientificamente os cidadãos para a tomada de decisões críticas que envolvam a ciência e tecnologia, uma vez que temas científicos permeiam a sociedade contemporânea. Essa preocupação começa a surgir na década de 70 com os currículos CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) que têm como objetivo principal promover uma educação científica para a cidadania, em que os conteúdos abordados são socialmente contextualizados. Currículos com ênfase CTS valorizam a ciência como construção humana, histórica e socialmente contextualizada, que interfere no ambiente e nos indivíduos e que mantém relações com tecnologias, e almejam desenvolver habilidades relacionadas à tomada de decisão sobre questões sociais que envolvem a ciência e a tecnologia, reconhecendo o aluno como um ser capaz de tomar decisões conscientes em sua vida (SANTOS e MORTIMER, 2009).

Desta forma, o ensino de ciências, assim como de cada componente curricular, tem a função social de preparar os estudantes para uma vida digna e para a compreensão e transformação da realidade. Realidade essa na qual os estudantes já estão envolvidos e devem ser sujeitos atuantes.

Santos e Mortimer (idem) indicam que o ensino de ciência em uma perspectiva CTS permite compreender a ciência nos seus aspectos filosófico, sociológico, histórico, político, econômico e humanista. Essa compreensão ampla sobre o que é a ciência é o objetivo central do ensino de ciências CTS. Da mesma forma Cunha (2017) defende que um dos objetivos da educação científica é proporcionar ferramentas para que os cidadãos tomem decisões críticas e embasadas sobre questões que envolvem a ciência e a tecnologia, e não que suas decisões sejam feitas a partir de crenças extremistas de que ciência e tecnologia só trazem benefícios ou só malefícios. Mas que possam compreender de maneira

crítica como a esfera científica interfere nas mais diversas esferas da sociedade. O ensino de ciência precisa evidenciar o papel social da ciência explorando aspectos sociais, políticos, históricos, econômicos, éticos e culturais que envolvam ciência e tecnologia. Dessa forma, o ensino de ciências pode contribuir para a transformação de homens e mulheres para que se tornem críticos em relação aos aspectos amplos da ciência e da tecnologia na sua relação com a sociedade.

Ficção Científica em foco

Obras cinematográficas estão ligadas ao contexto sócio cultural na qual são construídas (KELLNER, 2001; NAPOLITANO, 2003; OLIVEIRA, 2006; PIASSI, 2007). Assim, os medos e anseios de uma geração e de grupos específicos são representados através de sua produção humana (cultura, economia, política, ciência). Se em um determinado período a preocupação política foi a corrida espacial, isso teve impactos sociais e econômicos que moldaram a “Nova” Ordem Mundial. Impactou, conseqüentemente, as produções culturais uma vez que as principais obras de ficção científica no período da corrida espacial e período posterior trabalham com a temática da viagem espacial, muitas delas sendo especulações sobre novos mundos e civilizações. Arrisco dizer que as próximas produções cinematográficas de ficção científica irão buscar inspiração nos recentes acontecimentos envolvendo a COVID-19, podendo contar e recontar a história, criar heróis e vilões, imaginar sociedades despóticas ou utópicas pós pandemia, propor novos seres que surgiriam em mutação com o vírus, entre tantas outras possibilidades.

São diversos os autores que refletem o cinema como forte atrativo para o público adolescente, e que este pode fornecer condições favoráveis para potencializar e contextualizar o ensino de ciências (DANTAS, 2006; PIASSI e PIETROCOLA, 2007; 2008; PIASSI, 2007). E, como constatado em pesquisa realizada pela UNESCO, adolescentes dedicam mais horas assistindo a programas em diferentes mídias do que em atividades escolares (CARRERA e ARROIO, 2011), o que nos leva a pensar que estratégias de ensino que incorporem filmes, e outros produtos midiáticos, podem auxiliar a escola a ressignificar as mensagens transmitidas por esses produtos midiáticos consumidos pelos adolescentes.

Piassi (2007, p.21) reflete que “a ficção científica parece trazer consigo a expressão de concepções em relação a conceitos e leis científicas, à atividade científica, à natureza da ciência e sua relação com a sociedade.” Perspectiva que vê nos filmes questões referentes à ciência que precisam ser refletidas, questionadas e discutidas, como por exemplo, reflexões sobre os limites éticos e morais do desenvolvimento e aplicação de conhecimentos científicos, e os interesses políticos/econômicos da pesquisa científica. Santos e Mortimer (2009, p.192) argumentam que através de “conteúdos problematizados culturalmente” é possível despertar o “processo constante de reflexão sobre o papel social da ciência.”

Refletindo sobre as potencialidades da ficção científica para o ensino de

ciências, Piassi (2007) propõe este gênero para trabalhar temas científicos no ensino de ciências e ampliar os olhares para a ciência e seus agentes. Defende o uso desse gênero em uma perspectiva que vai além de identificar erros e/ou acertos no desenvolvimento de conteúdos científicos, incluindo questões sobre as relações da ciência com a tecnologia e a sociedade. O autor sistematizou um instrumento de análise que permite evidenciar e refletir sobre aspectos próprios da ficção científica. Sua discussão gira em torno dos “elementos contrafactuais” e os “polos temáticos” que obras de ficção científica podem apresentar, para que assim sejam feitas relações mais profundas entre o social, o cultural e o científico contidos nela, o que evidencia suas potencialidades para o ensino de ciências.

Elementos contrafactuais são todos elementos da ficção científica capazes de nos causar estranheza, principalmente, por não atenderem às nossas expectativas, indo contra os fatos. Podem ser classificados como seres, objetos/artefatos, instituição e ambiente. Para cada elemento são atribuídas características específicas, por exemplo, os seres possuem poderes, os objetos possuem propriedades, as instituições possuem leis e procedimentos e o ambiente manifesta fenômenos. De acordo com o autor, identificar os elementos contrafactuais e as suas características ajuda a compreender a dinâmica da obra, pois são estas características que delimitam o que é logicamente possível e esperado dentro da trama. Entendemos que os elementos contrafactuais podem nos ajudar na análise de uma obra de ficção científica por permitirem compreender a sua coesão lógico-causal principalmente no que se refere à sua lógica científica, o que possibilita trazer à luz a natureza da ciência contida na obra.

Os polos temáticos caracterizam a obra de acordo com a sua visão sobre a ciência e estes se apresentam em dualidade. Temos o polo eufórico e seu oposto polo disfórico, e temos o polo existencial-filosófico e o seu oposto polo material-econômico. O polo eufórico diz respeito a uma visão otimista, entusiasta e de confiança com a ciência e a tecnologia, enquanto o polo disfórico diz respeito a uma visão pessimista, receosa e desconfiada. Enquanto o primeiro polo traz a visão da ciência como o campo de conhecimento que resolve problemas práticos ou complexos, o segundo polo traz a visão da ciência como uma atividade que também traz problemas para as pessoas e para a sociedade. O polo existencial-filosófico vê a ciência como a busca para respostas filosóficas e existenciais da humanidade. É a visão da ciência que busca conhecer para conhecer. O polo material-econômico, por sua vez, vê a ciência e tecnologia relacionadas ao progresso, conforto e bem-estar material, tal como suas relações com a economia. Assim, o desenvolvimento da ciência está diretamente ligado com o desenvolvimento de tecnologias que atingem as esferas políticas, econômicas, culturais e sociais.

Identificar os polos temáticos de uma obra de ficção científica auxilia trazer à luz qual a visão de ciência presente nessa obra, ou ainda ver quais os conflitos entre as diversas visões de ciência presente na obra e qual visão prevalece ao seu final.

Resultados e discussão

Este trabalho objetivou analisar as seguintes obras de ficção científica: Gravidade (2013), Operação Big Hero (2014), Ex_Machina (2015) e Perdido em Marte (2015).

Nosso olhar durante as análises não esteve na esfera fenomenológica da ciência, mas sim na esfera procedimental e atitudinal. Isso significa que buscamos olhar as inter-relações da ciência com a tecnologia e sociedade. Vimos que essas relações podem não ser explícitas, como em Big Hero e Gravidade, ou aparecer com maior expressividade, como Ex_Machina e Perdido em Marte. Nos dois primeiros a Ciência aparece como uma roupagem utilizada para dar contexto, o fazer científico não é o foco. Enquanto nos dois últimos a atividade científica é muito evidente e o resultado dessa atividade é o foco das atenções a todo o momento.

A atividade científica como uma atividade de colaboração é mostrada em Big Hero, Gravidade e Perdido em Marte, enquanto em Ex_Machina uma tecnologia capaz de extinguir a humanidade é desenvolvida por apenas um gênio solitário. Em todos os filmes a figura masculina é predominante na figura do herói, ainda que em Gravidade a Dra. Stone seja uma personagem principal ela aparece como novata e inexperiente em oposição ao veterano Kowalski.

Em questão de diversidade o filme Big Hero se destaca, na equipe existem mulheres, americanos, orientais, afrodescendentes, crianças e idosos. O filme Perdido em Marte também apresenta a atividade científica com grande diversidade de pessoas e equipes, mostrando que a Ciência não é feita de gênios isolados e, embora tenha a figura de Rich Purnell como um cientista excêntrico que resolve o problema da NASA através de uma equação matemática, não é essa a imagem de ciência predominante na obra.

Apesar desse trabalho ser de natureza teórica, estiveram presentes questões relacionadas ao ensino de ciências e à prática docente. Questões relacionadas ao como transpor didaticamente filmes de ficção científica para ensino de ciências e o que trabalhar de forma sistemática no ensino de ciências com o objetivo de desenvolver criticidade em relação à Ciência. Assim, ao final do processo de análises dos filmes, nos parece que a ação de buscar interpretar um filme com foco na atividade científica e nas suas relações com as esferas sociais, culturais e políticas é uma ação capaz de treinar o olhar crítico frente a duas produções culturais: obras cinematográficas e a atividade científica.

O instrumento de análise usado pode, inclusive, servir como ponto de partida para a elaboração de atividades didáticas alinhadas com a perspectiva de ensino. Assim, olhar para os elementos contrafactuais e como eles se constroem dentro da narrativa é possível abordar questões fenomenológicas da ciência, e os polos temáticos permitem explorar o lado social da ciência. Desenvolver esse olhar crítico, que ultrapassa os muros da escola e penetra nas atividades culturais, é um dos objetivos da educação básica e do ensino de ciências.

Referências

- CARRERA, V. M. ; ARROIO, A. . **Filmes Comerciais no Ensino de Ciências: Tendências no ENPEC entre 1997 e 2009.**.. In: VIII ENPEC, Campinas - SP. Atas do VIII ENPEC. Campinas - SP: UNICAMP, 2011.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Editora Brasiliense. São Paulo, 1993.
- CUNHA, RODRIGO BASTOS. **Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy.** Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro , v. 22, n. 68, p. 169-186, Mar. 2017
- FOUREZ, GERARD. **A CONSTRUÇÃO DAS CIÊNCIAS: Introdução à Filosofia e à ética das ciências.** (Trad. Luiz Paulo Rouanet). São Paulo: UNESP, 1995.
- GIL-PÉREZ, D. et al. **Para uma imagem não deformada no ensino de Ciências.** Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- KELLNER, Douglas. **A cultura da mídia – estudos culturais: identidade e política entre o moderno e o pós-moderno,** Bauru, SP, EDUSC, 2001, 454 pp.
- MORIN, E. (1990) **Ciência com Consciência.** (Trad. Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória). 8ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- NAPOLITANO, Marcos. **Como usar o cinema na sala de aula.** São Paulo: Contexto, 2003.
- OLIVEIRA, B. J.: **Cinema e imaginário científico.** História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13 (suplemento), p. 133-50, outubro 2006.
- PIASSI, L. P. & PIETROCOLA, M. **Possibilidades dos filmes de ficção científica como recurso didático em aulas de Física: a construção de um instrumento de análise.** Anais: X EPEF. Londrina, 2006. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/x/sys/resumos/T0047-1.pdf>> Acesso em: 08/05/2020
- PIASSI, L. P. de C. . **Contatos: a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sociocultural.** São Paulo/SP, Universidade de São Paulo, USP, 2007. 462p. Tese de Doutorado. (Orientador: Mauricio Pietrocola Pinto de Oliveira)
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F **Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações.** Investigações em Ensino de Ciências, 14(2), pp.191-218, 2009.
- SANTAELLA, L. **Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura.** São Paulo: Paulus, 2003.
- SAVIANI, D.. **Ética, educação e cidadania.** PhiloS – Revista Brasileira de Filosofia de 1o. Grau, Florianópolis – SC, v. Ano 8, n.15, p. 19-37, 2001. Disponível em: <<http://portalgens.com.br/portal/images/stories/pdf/saviani.pdf>> Acesso em: 08/05/2020

UM PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES SOBRE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS EM EVENTOS E PUBLICAÇÕES DA SBF

A PANORAMA OF PUBLICATIONS ON SCIENTIFIC DISSEMINATION AND NON-FORMAL SPACES IN SBF EVENTS AND PUBLICATIONS

Matheus Barros¹, Luis Fernando dos Santos Miranda², Silvia Martins³

¹Universidade Federal de Uberlândia/INFIS/Museu DICA/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, matheus-barros@outlook.com

²Universidade Federal de Uberlândia/INFIS/Museu DICA, luis.rast@hotmail.com

³Universidade Federal de Uberlândia/INFIS/Museu Diversão com Ciência e Arte/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, smartins@ufu.br

Resumo

Reflexões sobre práticas em espaços fora da escola se fazem necessárias, considerando as várias oportunidades que as pessoas tem ao longo da vida de viver experiências, que permitem reflexões sobre o contexto das ciências, como: visitando museus de ciências, assistindo uma matéria jornalística na televisão ou utilizando computadores. Neste cenário, este trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica realizada no âmbito das publicações (revista e eventos) da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e buscou evidenciar o panorama de publicações e apresentações de trabalhos relacionados à divulgação e o ensino da Física em espaços fora da escola, no contexto da SBF em um período de 11 anos (2009 a 2019). Como resultado encontramos que a distribuição das publicações nessas temáticas não foi uniforme ao longo dos anos. Além disso, destacamos que os eventos trazem a maior parte dos trabalhos relacionados a temáticas gerais enquanto a RBEF concentra a maior parte dos trabalhos em temáticas específicas.

Palavras-chave: divulgação científica, espaços não formais, ensino de física

Abstract

Reflections on practices in spaces outside the school are necessary, considering the various opportunities that people have throughout their lives to live experiences, which allow reflections on the context of sciences, such as: visiting science museums, watching a journalistic article on television or using computers. In this scenario, this work presents a bibliographic research carried out within the scope of publications (magazine and events) of the Brazilian Physics Society (SBF) and sought to highlight the panorama of publications and presentations of works related to the dissemination and teaching of Physics in spaces outside the school, in the context of the SBF over a period of 11 years (2009 to 2019). As a result, we found that the distribution of publications on these topics was not uniform over the years. In addition, we highlight that the events bring most of the work related to general themes while the RBEF concentrates most of the work on specific themes.

Keywords: scientific communication, non-formal spaces, physics teaching.

Introdução e Referencial Teórico

As tentativas de divulgação e popularização da ciência tem uma história longa e cheia de lacunas, visto que o caminho de transformação de um conteúdo na linguagem de um especialista para a linguagem de um leigo é bastante complicado (FERREIRA, 2015). Ou seja, fazer com que um conteúdo se torne acessível aos públicos das mais variadas camadas sociais é uma tarefa difícil e cheia de obstáculos (MINTZ, 2005; MASSARANI; MOREIRA, 2009).

Nesse sentido, ao falar do processo de divulgação científica, se faz necessário elencar os diversos sujeitos participantes de tal ação bem como os espaços em que esses sujeitos atuam e/ou tem acesso à informação (PECHULA; GONÇALVES; CALDAS, 2013).

Nesse contexto, vale destacar as reflexões sobre o que é e como fazer divulgação científica, as quais levam em consideração o contexto histórico desse tipo de ação e as relações que os divulgadores estabelecem com o público sobre os mais variados assuntos tratados no meio científico (MASSARANI; MOREIRA, 2009). Logo, se faz necessário olhar para o passado e ver a forma e o significado que tal prática obteve, a fim de preencher as lacunas que ainda restam e atingir efetivamente a sociedade para que ela saiba qual o seu valor e o seu papel diante dos rumos da ciência em seu cotidiano (ALMEIDA, 2002; MASSARANI; MOREIRA, 2009; FERREIRA, 2015).

Afunilando para o contexto da Física, vários assuntos discutidos no âmbito da Física sempre foram bastante polêmicos para a sociedade, e, inclusive, entre os próprios cientistas e divulgadores da ciência. Desde as discussões sobre formato da Terra e posição que esta ocupa no universo, ou o “fechamento” dos fundamentos da Física Clássica e início de uma Física Relativística e Quântica (BRAGA; GUERRA; REIS, 2000; DA SILVA, 2007) até os dias atuais, onde houve a confirmação da existência de ondas gravitacionais (AMOS, 2017) e diversas partículas subatômicas na Mecânica Quântica e no desenvolvimento tecnológico decorrente desse e de outros ramos da Física contemporânea (FERNANDES, 2017).

Neste contexto, este trabalho apresenta uma pesquisa realizada em alguns dos principais meios de publicação sobre ensino de física da Sociedade Brasileira de Física (SBF), em busca de trabalhos de pesquisa e extensão relacionados à divulgação científica e atividades em espaços não formais em Física.

Metodologia e Contextos

Este trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica (GIL, 2008) e buscou evidenciar o panorama de publicações e apresentações de trabalhos relacionados à divulgação e o ensino da Física em espaços fora da escola, no contexto da Sociedade Brasileira de Física (SBF).

É importante destacar que esse trabalho é um recorte de um trabalho de mestrado, que busca traçar o perfil das publicações na área de pesquisa, ensino e extensão em divulgação científica e ensino de Física.

Nesse sentido, no contexto da SBF, foram realizadas buscas, no período de 2009 a 2019, em algumas edições do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

(EPEF), do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e publicações da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF).

Nesse sentido, nos eventos EPEF e SNEF, consideramos apenas os trabalhos publicados em áreas temáticas específicas destinadas às pesquisas e atividades em divulgação científica e em espaços não formais. Na RBEF fizemos o levantamento em todos os números e edições publicadas no período de interesse dessa pesquisa, por meio da leitura dos resumos, buscando os trabalhos relacionados à divulgação científica ou ao ensino de Física em espaços não formais, porém desconsiderando as Cartas, Editoriais e homenagens.

Dessa maneira, com o intuito de levantar o perfil das publicações realizamos a leitura de cada resumo dos trabalhos e organizamos as categorias que relacionam os dados sobre quantidade de publicações por edição do evento/revista e classificamos quanto ao conteúdo de Física abordado em cada trabalho

Resultados e Discussões

A distribuição dos trabalhos que abordam a temática de Divulgação Científica e de Ensino de Física em espaços não formais se deu de forma diferente em cada um dos eventos, desse modo, para facilitar as discussões, vamos apresentá-los separadamente.

Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

O Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) é um evento bianual e tem como foco a apresentação de trabalhos relacionados às pesquisas na área de Ensino de Física. O evento acontece sempre nos anos pares e, portanto, os resultados que encontramos referem-se ao período entre os anos de 2010 e 2018.

Neste período, foram publicados 53 trabalhos na área temática dedicada às pesquisas e atividades em divulgação científica e espaços não formais, dos quais apenas 24 (aproximadamente 45% das publicações nessa área temática) refletiam de fato sobre pesquisas e atividades em divulgação científica e espaços não formais. Os demais trabalhos (55% dos inscritos nessa linha) estavam relacionados a outras temáticas como Práticas Didáticas, Produção de Materiais Educacionais, Tecnologias da Informação e Comunicação.

Entendemos que esse resultado evidencia, por parte dos organizadores e participantes do evento, uma dificuldade de organização e direcionamento de pesquisas e ações relacionados à divulgação científica e ao ensino de ciências em espaços não formais (FIGURA 1). Desse modo, consideramos ser necessário um olhar mais atento para com as ações de divulgação científica, seja do ponto de vista de incentivo ao trabalho com essa temática (GERMANO; KULESZA, 2007; FERREIRA, 2015), seja do ponto de vista de divulgação das ações realizadas no âmbito da física (PECHULA; GONÇALVES; CALDAS, 2013).

Considerando o conteúdo, a maioria (18) apresenta temáticas gerais, interdisciplinares e/ou não abordava nenhum conteúdo específico das áreas de ciências, três trabalhos abordavam temáticas sobre Astronomia, um sobre Eletromagnetismo, um trabalho sobre Óptica e um trabalho sobre Supercondutibilidade.

Gráfico 1: Gráfico da quantidade dos trabalhos publicados no Encontro de Pesquisas em Ensino de Física (EPEF)

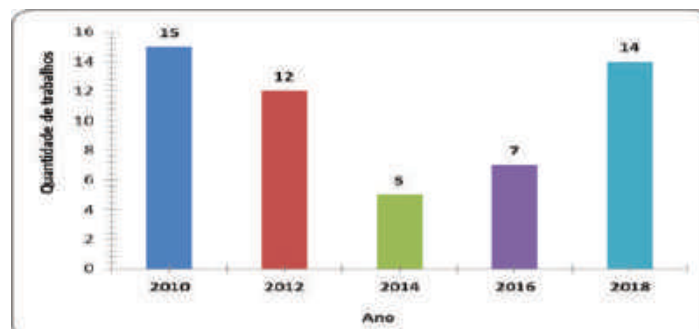
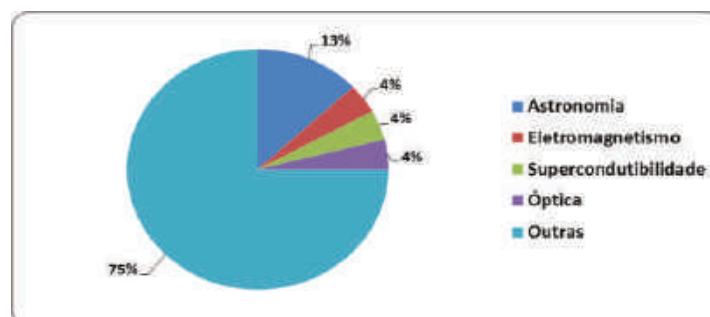


Gráfico 2: Gráfico com as proporções dos conteúdos de trabalho por área do conhecimento da Física



Simpósio Nacional de Ensino de Física

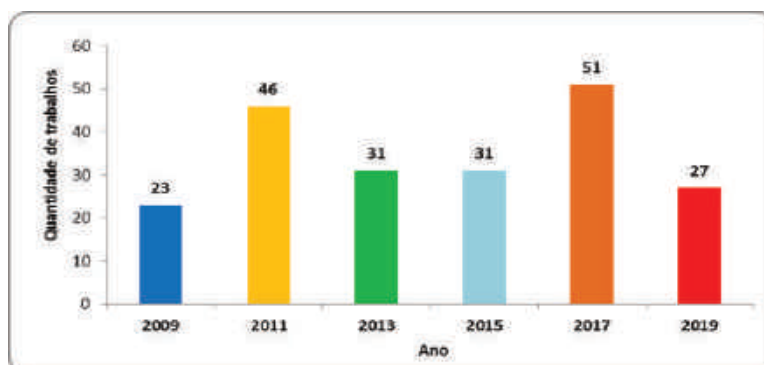
O Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) é voltado a pesquisadores e profissionais que atuam na área de Ensino de Física. Nesse sentido, destacamos que os trabalhos apresentados nesse evento não se relacionam apenas a ações de pesquisa na área, mas também ações de extensão além de experiências e práticas de ensino de Física.

O SNEF é um evento bienal e ocorre sempre nos anos ímpares (intercalando-se com o EPEF). Assim, os resultados desse trabalho dizem respeito a sete edições do evento relativo ao período de 2009 a 2019.

Foram contabilizados 209 trabalhos (Gráfico 3), dos quais 172 trazem, de fato, reflexões sobre a temática de divulgação científica e espaços não formais no Ensino de Física. Os outros 30 trabalhos abordavam temáticas voltadas para a sala de aula, intervenções didáticas oriundas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), reflexões sobre práticas dos professores, aulas experimentais na escola, entre outros conteúdos que não consideramos relevantes tratar sobre divulgação científica e espaços não formais.

Salientamos que a linha temática que concentra os trabalhos desse tipo começou no ano de 2009 com o nome de “Divulgação Científica e Comunicação no Ensino de Física”, alterou em 2011 para “Divulgação e comunicação de Física em espaços formais e não formais”, no período de 2013 a 2017 aderiu à nomenclatura de “Divulgação Científica e Educação Não Formal” e em 2019 passou a se chamar “Divulgação Científica, Educação Não Formal e Informal”.

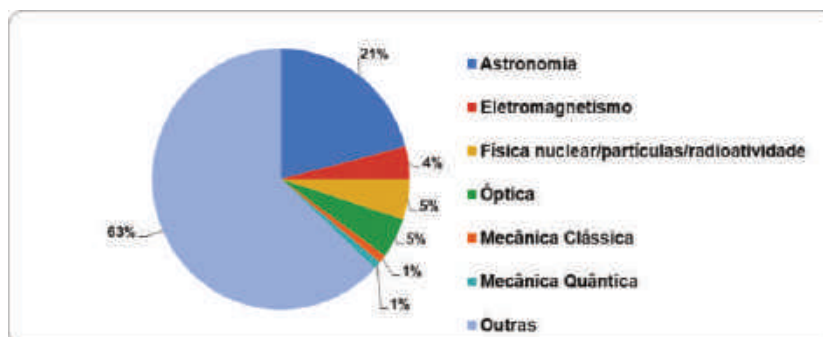
Gráfico 3: Gráfico da quantidade dos trabalhos publicados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)



Percebemos, assim, que esse evento possui um olhar específico às questões da divulgação científica e espaços não formais. Esse resultado indica a preocupação dos organizadores e participantes do evento em refletir e identificar sobre essas questões e em acompanhar os enfrentamentos da sociedade para com os avanços científicos e tecnológicos (PECHULA; GONÇALVES; CALDAS, 2013).

Quanto ao conteúdo abordado nesses trabalhos (Gráfico 4), a maioria (110) é sobre temáticas variadas (Física Geral, aspectos educacionais, interdisciplinaridade, etc.), 35 trabalhos são sobre temáticas de Astronomia, nove trabalhos apontam Física nuclear, Física de partículas e radioatividade, nove trabalhos são sobre o conteúdo de Óptica, um trabalho é sobre Mecânica Clássica e um trabalho sobre Mecânica Quântica.

Gráfico 4: Gráfico com as proporções dos conteúdos de trabalho por área do conhecimento da Física



O fato de que a maior parte de trabalhos não representa um conteúdo específico da física sugere uma preocupação com reflexões maior com os processos para a abordagem de conteúdos gerais e também uma preocupação acerca de temas interdisciplinares. No entanto, ao olharmos os trabalhos relacionados aos conteúdos específicos, identificamos uma prevalência de trabalhos na área de astronomia e a física clássica de maneira geral (Mecânica clássica e eletromagnetismo), destacando que pouco trabalho é realizado para a divulgação de temas contemporâneos da Física (Física Nuclear/Partículas/Radioatividade e Mecânica Quântica).

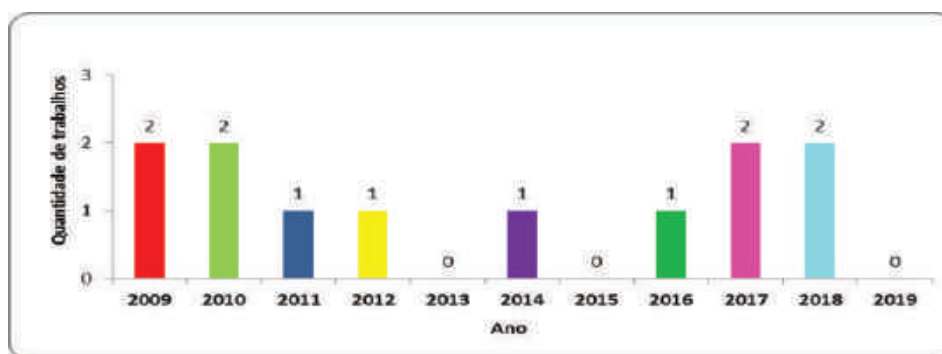
Revista Brasileira de Ensino de Física

Não identificamos, na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) uma linha temática específica para trabalhos relacionados à divulgação científica e/ou

espaços não formais, de modo que a busca precisou ser realizada em todas as linhas temáticas e a identificação de trabalhos nessa linha foi feita a partir da leitura dos resumos de todos os trabalhos no período de 2009 a 2019, em que foram encontrados 12 artigos.

Dos artigos encontrados, oito estão alocados na linha “Pesquisa em Ensino de Física”, um na linha “Desenvolvimento em Ensino de Física”, um na linha “Produtos e Materiais Didáticos”, um na linha “Artigos Gerais” e um na linha “Artigos Convidados”. A distribuição das publicações nos anos da pesquisa pode ser observada no Gráfico 5.

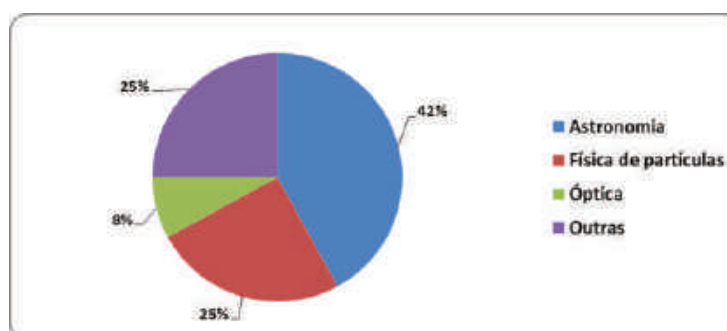
Gráfico 5: Gráfico da quantidade dos trabalhos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)



O número de publicações evidencia que as temáticas de divulgação científica e espaço não formal não são muito presentes nos trabalhos publicados na RBEF, sugerindo não haver um envolvimento significativo dos pesquisadores da área de ensino de física que buscam a publicação.

Em relação aos conteúdos abordados nos artigos publicados nessa temática, percebemos que há uma preocupação maior em relação a temáticas disciplinares, em relação aos resultados encontrados nos eventos EPEF e SNEF (Gráfico 6).

Gráfico 6: Gráfico com as proporções dos conteúdos de trabalho por área do conhecimento da Física



Assim, foram três trabalhos com temáticas gerais, cinco artigos sobre conteúdos de Astronomia, três sobre conteúdos de Física de partículas (onde os três abordam as relações de eventos de divulgação científica organizado por centros de pesquisa, como o CERN e suas relações com os estudantes de graduação e da educação básica) e um artigo sobre o conteúdo de Óptica.

Considerações e Perspectivas

A busca por trabalhos na linha temática de divulgação científica e ensino de física em espaços não formais nas publicações da SBF evidenciaram alguns aspectos relativos à relação que pesquisadores, educadores e extensionistas possuem com a temática.

Em um primeiro olhar sobre os resultados, percebemos que a maior concentração e organização dos trabalhos se dá no âmbito do SNEF (179 trabalhos), enquanto no EPEF (24 trabalhos) e na RBEF (12 trabalhos). Destacamos, no entanto que, em relação aos eventos, o SNEF abrange uma comunidade maior, que inclui não só os pesquisadores da área de ensino de física, mas também educadores e extensionistas. Assim, além de ter um número significativamente maior de participantes, envolve não somente ações de pesquisa, como também ações práticas relacionadas à temática.

Desse modo, percebemos que há alguma preocupação com as reflexões e práticas de divulgação científica e que, não somente dentro dos espaços escolares, é possível refletir sobre a ciência e seu papel na sociedade (ALMEIDA, 2002; MASSARANI; MOREIRA, 2009; FERREIRA, 2015), com destaque para as ações práticas apresentadas no SNEF.

Nesse sentido, entendemos que o olhar para 11 anos de publicação evidencia que as reflexões e pesquisas na área de divulgação científica não possuem uma grande abrangência, com uma baixa publicação.

Ao longo do tempo, observamos que o período entre 2012 e 2016, ocorreu uma diminuição de publicações nessa temática comparado com os períodos anteriores e posteriores.

Não encontramos correlações que justifiquem esse resultado, uma vez que ao observarmos o número total de publicações, percebemos que os eventos tiveram aumento constante de publicações ao longo dos anos e a RBEF não teve variação do número de publicações, não revelando nenhuma excepcionalidade no período indicado. Assim, acreditamos ser importante uma investigação mais cuidadosa em relação a essa questão em trabalhos posteriores, para entender a razão para o decaimento do interesse em trabalhos dessa temática nesse período.

Em relação aos conteúdos abordados nesses trabalhos notamos que, apesar do grande número de trabalhos abordando temáticas que classificamos como “Gerais”, se considerarmos os artigos em que ficaram explícitos os conteúdos científicos abordados, há significativa quantidade de trabalhos que abordam Astronomia, se comparados aos outros conteúdos (até mesmo de Física clássica). Contudo, os trabalhos que não ressaltam algum conteúdo científico como temática central mostram que, de algum modo, há uma reflexão sobre as práticas, os profissionais e espaços de divulgação científica o que vai ao encontro com as ideias de Mintz, 2005; Massarani; Moreira, 2009; Almeida, 2002; Massarani; Moreira, 2009; Ferreira, 2015 sobre as abordagens que são consideradas relevantes para as reflexões quanto ao processo de fazer divulgação científica.

Referências

ALMEIDA, Miguel Osório. A vulgarização do saber. **Ciência e público: Caminhos da divulgação científica no Brasil**, p. 65-72, 2002.

AMOS, Jonathan. **Registro de ondas previstas por Einstein abre caminho para nova era da astronomia**. 2017. Disponível em:

<<http://www.bbc.com/portuguese/geral-40130817>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia; REIS, José Cláudio. Breve história da ciência moderna: das luzes ao sonho do doutor Frankenstein (séc. XVIII). **Rio de Janeiro: Jorge Zahar**, v. 3, 2000.

FERNANDES, Nathan. **Físicos descobrem cinco novas partículas Subatômicas**. 2017. Disponível em:

<<http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2017/03/fisicos-descobrem-cinco-novas-particulas-subatomicas.html>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

FERREIRA, Rejane Ricardo. O DISCURSO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: CAMINHOS PERCORRIDOS, CONCEITOS, DESAFIOS E PRÁXIS.

INTERLETRAS, ISSN Nº 1807-1597. V. 3, Edição número 20, de Outubro, 2014/Março, 2015, p. 1-12.

GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. Caderno Brasileiro de ensino de Física, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro. **Ciência e público: reflexões sobre o Brasil**. 2009.

MINTZ, A. **Science Society and Science Centers**. História, Ciências, Saúde: Manguinhos, V.12 (suplemento), Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Casa de Oswaldo Cruz, 2005. p. 267-280.

PECHULA, Marcia Reami; GONÇALVES, Elizabeth; CALDAS, Graça. Divulgação científica: discurso, mídia e educação. Controvérsias e perspectivas. **Revista de Estudios para el Desarrollo Social de la Comunicación**, 2013, 7.

O DESENVOLVIMENTO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS E CIENTÍFICAS EM UM CENTRO DE CIÊNCIAS POR MEIO DE UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

THE DEVELOPMENT OF EPISTEMIC AND SCIENTIFIC PRACTICES IN A SCIENCE CENTER THROUGH AN INVESTIGATIVE ACTIVITY

Jéssica Adriane de Souza Bodevan¹, Geide Rosa Coelho²

¹ Ufes/PPGEnFis/EEEM Ormanda Gonçalves, jessicabodevan@icloud.com

² Ufes/PPGEnFis, geidecoelho@gmail.com

Resumo

Neste trabalho discutimos o desenvolvimento de práticas típicas da cultura científica por estudantes do ensino médio em uma aula de cunho investigativo realizada em um centro de ciências. Do ponto de vista metodológico esse estudo é qualitativo e de caráter interventivo. Para produção de evidências nessa pesquisa, utilizamos as interações discursivas gravadas durante o desenvolvimento da atividade na Praça da Ciência. Nosso objetivo é identificar e discutir o desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas pelos estudantes do ensino médio. Os resultados indicam que as principais práticas identificadas foram proposição, comunicação e avaliação de ideias além de trabalho com novas informações, levantamento e teste de hipóteses e construção de explicação e justificativas.

Palavras-chave: Ensino de Física, Práticas epistêmicas, Práticas científicas, Centro de Ciências, Atividades investigativas.

Abstract

In this work, we discuss the development of typical practices of scientific culture by high school students in an investigative class held at a science center. From a methodological point of view, this study is qualitative and interventional. For the production of this research, we used as discursive interactions recorded during the development of the activity at Praça da Ciência. Our goal is to identify and discuss the development of epistemic and scientific practices by high school students. The results show that the main practices identified were proposition, communication and evaluation of ideas, in addition to working with new information, raising and testing hypotheses and building explanation and justifications.

Keywords: Physics teaching, Epistemic practices, Scientific practices, Science Center, Investigative activities.

Introdução

Como professores atuantes de sala de aula conseguimos facilmente perceber que quando estamos no ambiente escolar, especificamente nas aulas de ciências, o foco principal para aquele grupo social (professores e alunos) é a

aprendizagem dos conceitos de ciências (física, química, biologia). Esses conceitos por sua vez já foram construídos/estabelecidos por outro grupo social e, na escola, recontextualizamos conhecimentos construídos por outras pessoas para constituição de uma cultura própria: a cultura escolar. Diferentemente, a cultura científica tem como foco a construção da ciência e essa se dá por meio de práticas próprias da cultura científica. O fato é que a cultura escolar, especificamente quando nos referimos ao ensino de ciências, é parte dos resultados construídos pela cultura científica e, por isso, não faz sentido a distância existente entre a cultura científica e escolar (MUNFORD e LIMA, 2007). A fim de ressignificar o ensino de ciências, apostamos no desenvolvimento de práticas típicas da cultura científica no contexto escolar para que haja uma aproximação entre essas culturas. Nesse sentido, referenciais teóricos (SASSERON e DUSCHL, 2016) apresentam e discutem essas práticas como práticas epistêmicas e científicas.

Para promover o desenvolvimento dessas práticas adotamos a abordagem do ensino por investigação, pois esta traz em sua essência a não exposição explícita de respostas, conceitos e conteúdos, mas a construção de saberes por meio da resolução de situações-problema. Faz parte do papel de professor promover situações-problema que incentivem o pensamento crítico e possibilite a diversas maneiras ou estratégias para sua solução (BARCELLOS e COELHO, 2019). As atividades de cunho investigativo sempre partem de uma problemática (experimental ou não experimental) para engajar estudantes a fazer proposição de ideias, levantamento de hipóteses, testes e medidas (em alguns casos), debate de ideias divergentes e elaboração de explicações (COELHO e AMBRÓZIO, 2019). Essas ações se aproximam mais da cultura científica do que da cultura escolar que estamos acostumados e, por esse motivo, concordamos que o ensino por investigação pode ser agente mediador entre as duas culturas.

Além das atividades de cunho investigativo as visitas a museus e centros de ciência podem auxiliar na aproximação entre a cultura científica e escolar, uma vez que esses ambientes possuem potencialidades de socializar conhecimentos científicos para a sociedade como um todo de forma diferente a qual é apresentada na escola (MARQUES e MARANDINO, 2018). Discutiremos que a intencionalidade e o planejamento em uma visita aos espaços de educação não formal permitem que a visita extrapole as ações esperadas nas atividades escolares.

É nesse movimento de promover e compreender a aproximação entre cultura escolar e científica que buscamos identificar e discutir as práticas epistêmicas e científicas desenvolvidas por estudantes em uma aula investigativa em um centro de ciências.

A ressignificação do ensino de ciências por meio de atividades investigativas e do desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas

O ensino por investigação é uma abordagem de ensino em que os estudantes (junto com os professores) são agentes ativos do processo, cuja as ações pedagógicas são planejadas para promover a construção de conhecimento por intermédio de problematizações. O professor assume uma postura mais dialógica e sociável de forma que ao ouvir/analisar as ideias propostas pelos

discentes os conduza no processo de construção de ideias e significações nas aulas de ciências.

Nessa perspectiva, o ensino por investigação segue uma concepção de educação científica que se aproxima do fazer científico. Apostamos que essa abordagem aproxima a cultura escolar (estudar os conteúdos de ciências) da cultura científica (estudar/compreender sobre ciências) (SASSERON, 2018). Trabalhos sobre essa abordagem alertam a necessidade de estimular o ensino mais interativo, aberto à dialogicidade e que faça interlocução com situações (atividades) que tenham a potencialidade de engajar os estudantes a elaborarem explicações científicas que sobressaiam os discursos de autoridades de professores (MUNFORD e LIMA, 2007; SASSERON e DUSCHL, 2016).

Nesse sentido, assumimos que as atividades investigativas propiciam maneiras de estudar ciências de forma desestruturada do formato expositivo e faz vínculo com as práticas típicas da ciência. Dessa forma, colaboram na interação social entre estudantes e professor na busca por resolução de situações-problema cujo assunto é o próprio conteúdo escolar.

Alguns autores sinalizam que o desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas podem estimular a aproximação das culturas escolar e científica e, com isso, auxiliar estudantes a refletir sobre suas ações e tomadas de decisões para além do conteúdo escolar. Referenciais teóricos como Sasseron (2018) e Sasseron e Duschl (2016) discutem a importância da identificação de práticas típicas da cultura científica durante o desenvolvimento de atividades escolares.

Nos apoiamos em Sasseron (2018) que apresenta e caracteriza com riqueza de detalhes as práticas epistêmicas e científicas. As ideias expostas pela autora nos auxiliam numa maior compressão das especificidades de cada prática. A autora classifica como práticas epistêmicas: proposição de ideias (PE1), comunicação de ideias (PE2), avaliação de ideias (PE3) e legitimação de ideias (PE4). E como práticas científicas classificam-se: trabalho com novas informações (PC1), levantamento de teste e hipótese (PC2) e construção de explicações e elaborações de justificativas (PC3).

Articulando educação formal a espaços de educação não formal: uma aproximação entre a cultura escolar e científica

O termo “espaço de educação não formal” tem ganhado espaço em estudos e pesquisas recentes no campo da educação científica (COELHO; BREDA; BROTTTO, 2016; MOTA; CANTARINO; COELHO, 2018; MARQUES; MARANDINO, 2018). Embora cientes de que os espaços de educação não formal não são uma extensão da escola e que não é compromisso desses espaços seguir padrões de ensino e/ou aprendizagem à qual estamos acostumados no contexto escolar, assumimos que a intencionalidade e o planejamento da visita podem flexibilizar a utilização desses espaços. Nesse sentido, estamos de acordo que:

[...] pode-se considerar um museu um espaço de ENF¹ do ponto de vista institucional, mas, sob o olhar do público, ele pode se configurar como educação formal (quando os alunos o visitam para uma atividade altamente estruturada pela escola), ou mesmo como educação informal (considerando um visitante que procura o museu para se divertir) (MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 13).

A visitação a espaços de educação não formal articulada a propostas didáticas escolares permitem uma interatividade reflexiva dos visitantes, pois estes dialogam com o acervo relacionando e/ou questionando com seus saberes do passado e presente (NASCIMENTO e COSTA, 2002). Essa interatividade reflexiva é possibilitada por meio dos objetos à disposição (experimentos/brinquedos) e dos mediadores do local em interlocução com as atividades desenvolvidas na escola por intermédio da interação entre alunos e professores. Em tempos atuais, uma polarização permeia a sociedade de forma que “cada cultura se mantém deliberadamente ignorante da outra resultando em uma perda cultural para a sociedade como um todo” (FERRACIOLI, 2011 p.75). Essa interatividade reflexiva pode promover um estreitamento entre a cultura científica e a cultura popular.

Seguindo essa perspectiva, podemos promover uma intervenção nos espaços de educação não formal que desenvolva “a construção do conhecimento acontecendo não pela via da imposição, da obrigação em aprender, que é típica de uma educação antidemocrática, mas pelos caminhos do diálogo” (JANJACOMO, 2017 p. 35). A vista disso, concordamos que o professor se torna, também, um mediador nesses espaços, pois “o ato de mediar implica na interação entre diferentes sujeitos ou entre diferentes objetos capazes de gerar informações a serem processadas” (JANJACOMO, 2017 p. 36).

Delineamento metodológico

Assumimos esta pesquisa como sendo qualitativa e de natureza interventiva, na qual os dados foram produzidos no ambiente natural. Nesse tipo de pesquisa, Damiani *et al* (2013, p. 59) apontam que [...] “a intenção é descrever detalhadamente os procedimentos realizados, avaliando-os e produzindo explicações plausíveis, sobre seus efeitos, fundamentadas nos dados e em teorias pertinentes” [...]. Para identificarmos as práticas epistêmicas e científicas no desenvolvimento das atividades pelos estudantes, utilizamos as categorias propostas por Sasseron (2018).

Os dados interpretados são decorrentes das interações discursivas (gravadas em áudio e vídeo) entre a professora mediadora da aula e os estudantes. Um diário de campo também foi construído para que elementos importantes do desenvolvimento da atividade pudessem ser descritos ao longo deste relato de pesquisa. Ocorrências de linguagem coloquial foram mantidas para garantir a autenticidade dos discursos. Por uma questão ética, solicitamos que os estudantes assinassem um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, nos autorizando a utilizar as gravações para fins didáticos e de pesquisa.

¹ ENF, espaço não formal (Marques e Marandino, 2018).

A aula foi realizada em um centro de ciências localizado na capital Vitória no estado do Espírito Santo chamado Praça da Ciência. A aula desenvolvida faz parte de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) (CARVALHO, 2011), sobre o Princípio da conservação de energia mecânica.

Na Praça da Ciência a professora mediadora utilizou um equipamento/experimento/brinquedo² chamado Plano inclinado disponível no acervo do local. O Plano inclinado funciona como uma espécie de tirolesa, deste modo os estudantes precisam buscar os puxadores (laranja, azul e vermelho) no fim do cabo de aço e levá-lo até a posição inicial, que fica na região mais alta do brinquedo de piso azul. Ao soltarem os puxadores ou se pendurarem no brinquedo todos seguem para o mesmo ponto final. De acordo com as informações disponíveis na Praça da Ciência os puxadores possuem a mesma massa e alturas iniciais diferentes, a saber: laranja 3,06m, azul 2,76m e vermelho 2,10m.



Figura 1: Equipamento Plano inclinado utilizado na intervenção

Fonte: Acervo dos autores.

A atividade foi conduzida pelas seguintes situações-problema:

Problema 1: No equipamento Plano inclinado ao puxar os três seguradores no ponto mais alto e soltá-los o que acontece? Eles chegam ao mesmo tempo? Por que isso acontece?

Problema 2: É possível estimar a velocidade com que cada dos seguradores chega ao ponto final da descida do plano? Como vocês estimariam a velocidade? Qual seria a velocidade final?

Resultados e discussões

² Termo utilizado pelos profissionais da Praça da Ciência.

Os trechos³ das interações discursivas utilizadas para a construção das evidências desse trabalho são apresentados com nomes fictícios.

Problema 1

No trecho apresentado no Quadro 1, os estudantes apresentam ideias divergentes sobre a chegada de cada puxador. A maior parte do grupo concorda com Jaque de que o puxador laranja (situado mais alto) irá chegar primeiro, enquanto Afonso discorda levantando a hipótese de que todos chegarão ao mesmo tempo, mas não consegue se justificar. O colega Carlos tenta auxiliar o raciocínio de Afonso lembrando o grupo a teoria da queda dos corpos de Galileu Galilei, que não é aplicável nesse caso, mas Afonso mesmo sendo auxiliado pelo colega reconhece que a teoria de Galileu não justifica sua hipótese por se tratar de um caso particular de queda livre.

Quadro1: Trecho das interações discursivas sobre o problema 1.

Fala	Transcrição
1.	Professora: Então o Afonso acha que vão chegar todos ao mesmo tempo e vocês acham que vão chegar em tempos diferentes?
2.	Jaque: Eu acho que o laranja vai chegar primeiro.
3.	Carlos: Ah professora eu acho que vai chegar tudo ao mesmo tempo... tipo aquela explicação que a senhora falou lá na sala. Quando dois objetos mesmo de massa diferente são soltos ao mesmo tempo...
4.	Professora: aaaah eles caem juntos.... mas aí é em uma queda
5.	Afonso: queda livre!

Identificamos nesse trecho as práticas PE1, PE2, PE3 e PC2, ou seja, proposição, comunicação, avaliação de ideias e levantamento de hipóteses, pois os estudantes refletem sobre a situação problema e formam suas próprias opiniões com as informações e conhecimentos que já trazem consigo. Além disso, propõem argumentos para justificar seus pensamentos e avaliam a coerência da discussão por meio das próprias interações a partir do momento que socializam suas ideias com os demais colegas.

No Quadro 2 apresentamos um trecho ainda sobre as divergências de ideias entre os estudantes com relação o que acontece ao soltar os puxadores, dessa vez o aluno Kelvin utiliza um argumento para explicar a hipótese comunicada, mas não justificada pela colega Jaque no trecho anterior.

Quadro2: Trecho das interações discursivas sobre o problema 1.

Fala	Transcrição
6.	Kelvin: eu acho que tem a ver com aquela atividade que a gente fez da bolinha...

³ A numeração à esquerda de cada transcrição foi inserida para nos auxiliar na identificação das falas, mas não simbolizam uma ordem cronológica das narrativas.

7.	Professora: an..da montanha russa?
8.	Kelvin: é... a gente tava [sic] vendo que quanto maior a inclinação mais rápido a bolinha vai descer entendeu? Aqui vai ser a mesma coisa, entendeu?

Como mencionado essa aula faz parte de uma SEI, na fala 8 o aluno Kelvin se refere a uma atividade experimental desenvolvida em uma das aulas da SEI em que o grupo de estudantes conclui que a velocidade final de um objeto em queda irá depender da sua altura inicial. Identificamos nesse trecho a PE1, PE2 e PC3, pois Kelvin extrapola a problematização inicial e apresenta evidência empírica de aulas anteriores para relacionar com o assunto em questão a fim de explicar e justificar suas ideias. A fala 8 de Kelvin se caracteriza como prática PC3, mas poderia ser ampliada para a PE4 se a professora mediadora utilizasse a ideia apresentada para sinalizar a legitimação. Importante mencionar que após a fala de Kevin os estudantes testaram suas ideias soltando os puxadores sozinhos e com pessoas penduradas para comprovar o que tinha sido dito pelo grupo. Nesse momento identificamos a prática PC2, pois os alunos testam empiricamente o que discutiram.

Problema 2

Inicialmente os estudantes ficaram em dúvida se o problema poderia ser resolvido utilizando dados como tempo gasto e distância ou se poderiam tentar resolver utilizando os conceitos de energia mecânica que ainda estavam em processo construção. No trecho a seguir, a professora medeia a discussão na expectativa de auxiliar os alunos no entendimento dos conceitos de energia potencial gravitacional e energia cinética.

Quadro 3: Trecho das interações discursivas sobre o problema 2.

Fala	Transcrição
9.	Afonso: Tem energia cinética
10.	Professora: Aqui nesse momento?
11.	Afonso: Não.... nesse momento só gravitacional
12.	Professora: e lá?
13.	Bia: cinética
14.	Professora: Só cinética?
15.	Afonso: Não tem gravitacional também né...
16.	Professora: Por quê? Como?
17.	Afonso: Gravitacional né professora porque está no alto né... e cinética por causa do prff [sic]... tem o impacto.

Identificamos nesse trecho das interações as práticas PC1 e PC2, ou seja, o trabalho com novas informações e o levantamento de hipóteses. Os estudantes utilizam as ideias da discussão do problema anterior (relação entre velocidade e altura) bem como as aulas anteriores da SEI para compreender melhor o problema proposto e, com isso, levantam suas hipóteses para resolver o problema. Ao final da discussão os estudantes utilizaram trenas para medir a altura inicial de cada puxador e estimaram a velocidade final de cada um utilizando o princípio da conservação de

energia mecânica. Eles entregaram um relatório explicando verbalmente e matematicamente como resolveram o problema proposto, nesse sentido também identificamos o exercício da PC3, pois os estudantes construíram explicações e justificativas para as ideias discutidas em grupo.

Algumas considerações

Analisando pequenos trechos da aula identificamos o desenvolvimento das práticas epistêmicas e científicas PE1, PE2, PE3, PC1, PC2 e PC3. A única prática não identificada, nos trechos apresentados, foi a PE4 (legitimação de ideias), entretanto reconhecemos que a atividade tem potencial para promovê-la pois em uma análise mais ampla (em mais trechos que não foram apresentados nesse texto) das interações discursivas identificamos o desenvolvimento desta prática. Nesse sentido, sinalizamos a importância da mediação para que a aula estimule os alunos para além da exposição de ideias, teste e explicações sendo possível a legitimação delas por meio dos próprios diálogos entre os estudantes e a mediação pedagógica do professor

Tais práticas foram identificadas pois conseguimos, nas interações discursivas, visualizar proposições, comunicações, avaliações de ideias, teste de hipóteses e elaboração de explicações. Por meio dessas evidências conseguimos enxergar atitudes que são esperadas em atividades de natureza investigativa. Consideramos também que as práticas epistêmicas e científicas não acontecem de forma separada e o desenvolvimento dessas além de ressignificar o ensino de ciências aproxima a cultura escolar e científica.

Referências

- BARCELLOS, L. S.; COELHO, G. R. Uma análise das interações discursivas em uma aula investigativa de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sobre medidas protetivas contra a exposição ao sol. *Investigações em ensino de ciências* (online), v. 24, p. 179-199, 2019.
- CARVALHO, A.M.P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas – (SEI). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia SP. Edufu, 2011.
- COELHO, G. R.; BREDAS, V. C.; BROTTI, T. R. A. Atividades em um centro de ciências: motivos estabelecidos por educadores, suas concepções e articulações com a escola. *Educação e Pesquisa - Revista da Faculdade de Educação da USP*, v. 42, p. 525-538, 2016.
- COELHO, G. R.; AMBRÓZIO, R.M. O Ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: Uma experiência do Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. *CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA*, v. 36, p. 490-513, 2019.
- FERRACIOLI, L. Espaços não formais de educação: Educação em Ciência, Tecnologia e Inovação na Região Metropolitana de Vitória, ES. **Mandacaru Design**. 2011.
- JANJACOMO, J.P. **Processos formativos, mediação e diferentes fazeres em centros e museus de ciências: o caso da Escola da Ciência – Física em**

Vitória/ES. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Educação. 2018.

MARQUES, A. C. T. L; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação e Pesquisa** (USP. Impresso), v. 44, p. e170831, 2018.

MOTA, M. M; CANTARINO S; COELHO, G. R. A educação científica em um centro de ciências: potencialidades e desafios das atividades educativas na Praça da Ciência de Vitória - Es. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, p. 108-129, 2018.

MUNFORD, D; LIMA, M. E. C. de C. e; Ensinar Ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Rev. Ensaio**. Belo Horizonte. v.09 ,n.01 ,p.89-111 jan-jun.2007.

NASCIMENTO, S. S; COSTA, C.B. **Um final de semana no zoológico**: um passeio educativo? **Rev. Ensaio**. Belo Horizonte. v.04. n.01. p.86-99. Julho 2002.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, v. 18, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as Práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências (Online)**, v. 21, p. 52-67, 2016.

O LÚDICO NO ENSINO DE FÍSICA: O BRINQUEDO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.

PLAY IN PHYSICS TEACHING: TOY AS SCIENCE TEACHING'S MATERIAL.

Caue Fernandes¹, Eugenio Maria de França Ramos²

¹UNESP - Campus de Rio Claro/IGCE, c.fernandes1@unesp.br

²UNESP - Campus de Rio Claro/IB e LaPEMID CEAPLA, eugenio.ramos@unesp.br

Resumo

Apresentamos neste trabalho parte de uma pesquisa qualitativa e exploratória intitulada “O Lúdico no ensino de Física: o brinquedo como recurso didático para o ensino de Ciências”, que trata sobre materiais didáticos experimentais, particularmente brinquedos que possam ser utilizados em atividades de Ensino de Física (Ciências). Como foco de pesquisa, consideramos brinquedos prontos e de baixo custo, que estejam disponíveis no comércio de uma cidade do interior do Estado de São Paulo, com cerca de 200 mil habitantes. Entendemos que, sobretudo para professores das séries iniciais da Educação Básica, os brinquedos poderiam ser considerados recursos didáticos relevantes em atividades de ensino, nas quais características físicas de tais protótipos poderiam tratar de aspectos conceituais a serem aprofundados ou exemplificados em uma análise dos fenômenos observados. Foram identificados 35 tipos diferentes de brinquedos nas lojas pesquisadas no comércio local. Os brinquedos foram identificados em três categorias segundo as características de interesse para o Ensino de Física. Concentrando a análise nos brinquedos em que os efeitos físicos visíveis são essenciais, procuramos indicar seu potencial conceitual e sua relevância nos conteúdos identificados em livros didáticos para essa faixa etária. O acervo foi organizado na forma de um banco de dados (biblioteca de instrumentos didáticos), que permitirá subsidiar a formação inicial de professores de Física e outras fases dessa pesquisa (com intervenções didáticas exploratórias). Brinquedos como “língua de sogra” ou “bolha de sabão” se mostraram relevantes tanto em termos de percepção de vendas como também em seu potencial de tratar de temas de Física em atividades de ensino, com baixo custo por protótipo.

Palavras-chave: Brinquedos, baixo custo, Ensino de Ciências, Ensino Fundamental

Abstract

Obj: In this work we present a qualitative and exploratory research titled “Playful in Physics teaching: toy as a didactic resource for the teaching of Sciences”, the research is about teachings materials, especially toys that can be used in Science teaching activities. As research focus, we considered fabricated and low cost toys, that are available in stores located in a small city nearby São Paulo, about 200 thousand inhabitants. We considered these toys can be considered as relevant didactic resources, especially for elementary school teachers, in which physical characteristics could treat conceptual aspects to be investigated and exemplified in an analysis of the observed phenomena. 35 different toys were identified in the surveyed stores. toys

were identified in 3 categories according to interest categories for teaching physics. Focusing our analysis on toys where the physical effect is relevant, trying to indicate your conceptual potential and showing its relevance in the contents identified in textbooks for this age group. the collection was organized in the form of a database (library of teaching instruments). Toys like “party horn” or “soap bubble” these toys are relevant both for teaching physics and selling because they are low cost and easy access |

Keywords: Toys; low cost; Science Teaching, Elementary School

A escola nos dias de hoje

Em nossas atividades didáticas é comum perceber que uma parcela significativa dos estudantes do Ensino Médio da Educação Básica não se interessa pela disciplina de Física.

O desinteresse dos estudantes muitas vezes é associado à forma com a qual essa disciplina é ministrada, ao privilegiar apenas os aspectos matemáticos e a resolução de exercícios. Entretanto tal forma de apresentar o conhecimento acaba por ocultar que a Física tem uma forte ligação com uma base fenomenológica, e que, como destaca Ramos (1990), poderia ser ludicamente acessível a quaisquer níveis cognitivos de escolaridade.

Um enfoque do conteúdo fenomenológico e lúdico permitiria superar dificuldades didáticas até mesmo nos anos iniciais da escolaridade: uma curiosidade muito grande dos estudantes pelos conhecimentos científicos, mas não adequadamente correspondida (PEREIRA, 2016). Também se observa nos anos iniciais do Ensino Fundamental alunos com muito pouco, ou nenhum, contato com o Ensino de Ciências da Natureza (SOUSA, 2017).

O uso de experimentos didáticos poderia ser uma alternativa a isso, mas, como aponta Gaspar (2014), embora professores considerem positivo utilizar materiais experimentais para o Ensino de Física, uma parcela considerável alega não utilizar por faltar materiais didáticos.

Em nosso estudo analisamos a possibilidade de considerar brinquedos como materiais didáticos para o Ensino de Física na Educação Básica, procurando caracterizá-los seja em aspectos qualitativos ou fenomenológicos.

Nesta etapa do trabalho procuramos identificar brinquedos, concentrando nossa atenção nos protótipos que possam ser adquiridos prontos, com baixo custo e fácil acesso. O fato de serem de baixo custo permite que qualquer professor ou escola possa adquiri-los com mais facilidade, para atividades em sala de aula, mesmo que a escola não possua laboratório didático.

Analisamos também algumas possibilidades de inserções já nos primeiros anos de escolaridade, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, tomando por base os conteúdos indicados em livros didáticos de Ensino de Ciências obtidos junto a Escola desta etapa na cidade de Rio Claro (SP).

Os brinquedos e a aprendizagem

Brinquedos fazem parte do universo cultural das crianças, além de se constituir numa forma de interagir com a natureza e o mundo cultural. As crianças têm uma curiosidade natural em entender como o mundo ao seu redor funciona. Isso ajuda na hora que ela precise desvendar os mistérios do mundo que a cerca.

Nessa fase, a escola não é apenas um lugar de se assistir aula, é um espaço muito importante para a criança no que se diz respeito ao convívio social, uma vez que ir a escola implica uma série de vivências, ou seja: encontrar os amigos, bater papo, namorar, praticar algum esporte, conhecer novos jogos ou modas etc. (RAMOS, 1990).

Segundo Vygotsky, todo avanço de uma criança de um estado de desenvolvimento para outro está conectado com uma mudança acentuada nas motivações, tendências e incentivos. Para ele a aprendizagem da criança começa muito antes da aprendizagem escolar, que a aprendizagem escolar nunca parte do nada. Ou seja, que toda aprendizagem da criança tem uma pré-história.

... Por exemplo, a criança começa a estudar aritmética, mas já muito antes de ir à escola adquiriu determinada experiência referente à quantidade, encontrou já várias operações de divisão e adição, complexas e simples; por tanto, a criança teve uma pré-escola aritmética, e o psicólogo que ignora este fato está cego. (VYGOSTSKY *et al*, 1988: 109)

Laburú enfatiza a importância do brinquedo como uma alternativa para um ensino lúdico, a partir da teoria de aprendizagem de Vygotsky, como:

Também é preciso dizer que Vygotsky identifica uma espécie de continuidade entre as diversas atividades simbólicas – dos gestos, do desenho e do brinquedo – que contribuem para o desenvolvimento da representação simbólica e, conseqüentemente, para o processo de aquisição da linguagem escrita. (LABURU, ZAMPERO, BARROS, 2013: 11)

É importante proporcionar aos alunos, principalmente crianças das séries iniciais, a diferentes modos de representação dos tipos verbais, gráficos, figurativos, fotográficos, cinestésicos - como experimentos - com a finalidade de que eles entendam o significado dos conceitos científicos, como destaca Laburú (apud SOUSA, 2017).

Neste âmbito, do acesso aos brinquedos com aspectos físicos relevantes, poderá se ampliar o conhecimento científico sobre os fenômenos, desvelando, como destacado nas ideias de Snyders (1988), a alegria do aprendizado escolar.

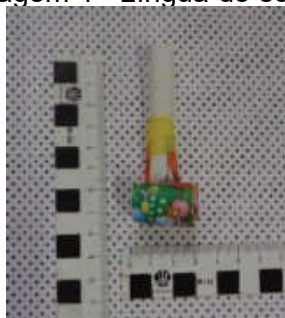
Percurso Metodológico

Tomando por base ideias de Gonsalves (2007) e de Lüdke e André (2013), a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de caráter exploratório, tendo como foco de atenção brinquedos que possam ser encontrados em lojas comerciais e a análise direta dos protótipos.

Com tais brinquedos construímos um banco de dados, uma biblioteca de instrumentos didáticos (BID), considerando-os como potenciais recursos educacionais. A BID compreende registros digitais, com fotografias (como exemplificado nas imagens 1 e 2) e em vídeos de funcionamento e, quando possível, com alguns exemplares dos materiais que consideramos potencialmente relevantes para as atividades de Ensino de Física.

Pretende-se ainda com a BID caracterizar aspectos teóricos da Física de tais protótipos, indicando, inicialmente, áreas de conhecimento e temáticas que poderiam ser contempladas.

Imagem 1 - Língua de sogra



Fonte: LaPEMID, 2020

Imagem 2 - Aparato para Bolinha de sabão



Fonte: LaPEMID, 2020

Explorando brinquedos disponíveis na cidade

A cidade na qual o estudo se desenvolve (Rio Claro - SP), caracteriza-se uma cidade do interior do estado de São Paulo, que abriga aproximadamente 206 mil habitantes, com uma taxa de escolarização (6-14 anos) de 98,2% e um PIB per capita de 46.406,99 reais (BRASIL, 2020). Neste contexto, pesquisamos brinquedos de baixo custo existentes em diferentes tipos de comércios, desde lojas mais simples – como lojas de 1,99 (loja 1), camelôs de rua (loja 2) e lojas de festas (loja 3) – até lojas especializadas em venda de brinquedos (loja 4), todas geograficamente acessíveis no centro comercial da cidade.

Na visita a tais espaços de comércio, consultamos diretamente os brinquedos disponíveis e adicionalmente perguntamos aos vendedores quais, na percepção deles, eram os mais vendidos. O resultado de tal coleta de dados identificou 35 brinquedos diferentes, sendo a loja 1 com 24 tipos, a loja 2 e a 4 com 14 tipos e a loja 3 com 9 tipos. Na tabela 1 apresentamos alguns dos tipos de brinquedos encontrados, particularmente os mais vendidos.

Um brinquedo bastante popular encontrado entre aqueles que mais vendem é a *língua de sogra*, que exige uma pessoa que a assopre, provocando a distensão de um cilindro de papel, que é mantido inicialmente enrolado por uma mola de arame. Assoprar e provocar tal efeito é o que chamaremos de "efeito físico relevante".

Numa primeira organização, procuramos identificar os aspectos lúdicos e sua eventual ligação com efeitos físicos do funcionamento dos brinquedos (Tabela 2).

Importante destacar que a maioria dos brinquedos mais vendidos se encontram na categoria de análise 3 (efeitos físicos essenciais), na qual os efeitos físicos são essenciais ao seu funcionamento, ou seja, a razão pela qual o brinquedo é o mais vendido é o seu funcionamento físico. Quais sejam para fazer bolhas de sabão, inflar a língua de sogra ou a rotação do pião.

Tabela 1 - Relação dos brinquedos da cidade em lojas da cidade

Brinquedos	Loja 1,99 (loja 1)	Camelô (loja 2)	Loja de festa (loja 3)	Lojas de Brinquedos (loja 4)	Mais vendidos	Efeito Físico relevante
Arminha	x	x		x	x	Energia
Beyblade (Pião)		x		x	x	Mecânica Rotacional
Bolinha de sabão	x		x		x	Mecânica dos Fluidos
Brinquedos com som	x				x	Ondas (Som)
Carrinho de controle remoto				x	x	Cinemática e Energia
Língua de Sogra			x		x	Termodinâmica, Gases
Quebra-Cabeça				x	x	-

Fonte: Os autores (2020)

Tabela 2 - Classificação dos brinquedos segundo efeitos físicos aparentes. Os considerados mais vendidos estão assinalados com asterisco.

Categoria	Características	Exemplos de Brinquedos
1	Simbólicos (sem efeitos físicos aparentes)	Animais, Dinossauros, Arminha, Ferramentas, Lego, instrumentos de cozinha, Quebra-cabeça (*)
2	Efeitos Físicos pouco significativos	Avião, Carrinho, Arminha de Água, Peteca, Corda, Massinha, lança discos, bolas, luminária, relógio.
3	Efeitos Físicos essenciais ao funcionamento do brinquedo	Apito, Boliche, Bolha de Sabão (*), Língua de Sogra (*), Pião (*), Instrumentos Musicais. brinquedos de som, bola ventosa, imã, gamão magnético, carrinho de controle remoto (*), frisbi

Fonte: Os autores (2020)

Procuramos em seguida com os protótipos identificados estudar aspectos do funcionamento dos brinquedos, tomando por base a indicação dos mais vendidos, e suas potenciais discussões para o Ensino de Física (Tabela 3)

Tabela 3 - Alguns dos brinquedos mais vendidos (segundo os vendedores) e suas características possibilidades fenomenológicas para o Ensino de Física.

Brinquedos	Modo de usar	Visualização	Conceito Físico
Bolinha de sabão	Mergulha-se a haste dentro do pote com água e sabão e sopra na direção dos buracos	Formação das bolhas de sabão.	Mecânica dos Fluidos, Tensão Superficial

Beyblade (Pião)	Primeiro encaixe a beyblade e o fio dentado no suporte para depois, então, puxa-se com força o fio fazendo a beyblade desconectar e rode livre.	Beyblade rodando, em torno de seu próprio eixo, com grande velocidade.	Rotação, conservação do momento angular
Língua de sogra	Coloca-se a parte de plástico na boca para que se tampe toda saída de ar e sopra moderadamente.	A língua de sogra enche-se de ar e se estica por completo.	O ar ocupando lugar no espaço. Força elástica (da mola que mantinha a "língua" enrolada)

Fonte: Os autores (2020)

Para estudar a possível associação com conteúdos letivos, coletamos em uma das escolas da Rede Municipal de Ensino da cidade, duas das coleções de livros didáticos de Ciências (COELHO, 2018; LEMBO *et al*, 2017) oferecidas aos professores das séries iniciais por meio do Plano Nacional do Livro Didático, com a qual identificamos conteúdos de Física (semelhantes entre as duas coleções). Embora não seja nossa intenção neste trabalho aprofundar aplicações didáticas, entendemos que os brinquedos pesquisados poderiam facilmente ser inseridos em alguns conteúdos e, em alguns casos, ampliar os conteúdos oferecidos aos estudantes dessa faixa de escolaridade, tomando por base os brinquedos de nossa categoria de análise 3, aquela em que os aspectos físicos são essenciais e relevantes para seu funcionamento.

Procuramos com a tabela 4 mostrar a afinidade de brinquedos com conteúdos escolares, tomando por base os conteúdos dos livros didáticos analisados em nosso trabalho. Percebe-se que os brinquedos que envolvem rotação e cinemática (particularmente lançamento horizontal e energia) são menos aplicáveis do que bolinha de sabão, brinquedo de som e língua de sogra nessa faixa de escolaridade.

Tabela 4 - Brinquedos e possibilidade de inserção do conteúdo por ano, tomando por base o conteúdo livros didáticos pesquisados

Brinquedo	Ensino Fundamental - Anos Iniciais				
	1o ano	2o ano	3o ano	4o ano	5o ano
Bolinha de sabão	-	x	x	x	x
Brinquedo de som	x	x	x	x	x
Carrinho de controle remoto	-	x	-	-	x
Língua de sogra	-	x	x	x	x
Arminha	-	-	-	-	-
Beyblade (Pião)	-	-	-	-	-

Os brinquedos pesquisados até o momento indicam que os que classificamos como categoria 3 (efeitos físicos essenciais) são relevantes em termos de vendas ao público e alguns deles plausíveis de serem aproveitados em atividades de ensino que

considerem o currículo apresentado aos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental por meio de livros didáticos. Particularmente, o fato de um brinquedo ser bem vendido significa que sua utilização poderá suscitar nos estudantes uma associação entre o conteúdo ensinado e elementos de sua vida cultural.

Para o acesso mais próximo entre os alunos e o conhecimento, pode-se trabalhar com materiais simples, cujo valor econômico seja acessível e não impeça a pessoa de alterá-lo se assim desejar e que, além disso, sejam razoavelmente familiares a elas e fáceis de se encontrar pelo comércio da cidade. Assim pode-se aproveitar materiais que mesmo industrializados sejam úteis para as atividades de ensino.

Nossa preocupação com o uso de materiais de baixo custo não pretende substituir a necessidade de apoio ao financiamento da Educação. Já na década de 1990 Figueiredo (apud Ramos 1990) apontava que um dos principais problemas encontrados nas escolas é o sucateamento e a pobreza das escolas em relação ao Ensino de Ciências.

Considerações Finais

Um dos principais desafios no Ensino de Ciências é fazer com que o estudante goste e sinta prazer em aprender Ciências, para assim, desenvolver-se e ampliar seu conhecimento cultural pela ação intencional de aprender.

Alguns dos brinquedos disponíveis em lojas da cidade e de custo baixo (como a língua de sogra ou o dispositivo para bolas de sabão) são potencialmente viáveis para serem utilizados em atividades de Ensino de Física.

Com os brinquedos pesquisados até o momento conseguimos construir uma pequena Biblioteca de Brinquedos, com a temática de Ensino de Física, procurando estabelecer algumas formas de registros e classificação de possibilidades de conteúdos. Tal acervo está disponível no âmbito Biblioteca de Instrumentos Didáticos (BID) do Laboratório de Prática de Ensino, Materiais e Instrumentação Didática (LaPEMID) para atividades de formação inicial de professores de Física.

Com tal acervo, pretendemos avançar em outras etapas de nosso estudo, ampliando a coleta de dados (com novas lojas e protótipos pesquisados) e, numa fase seguinte, sugerindo algumas possibilidades didáticas, para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

Agradecimentos e apoio

Ao LaPEMID CEAPLA UNESP pelo apoio.

Referências

BRASIL, IBGE. **Municípios brasileiros**. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/rio-claro/panorama> acessado em 26/02/2020.

COELHO, G. **Ciências**. Coleção volumes 1, 2, 3, 4 e 5. São Paulo; FTD 2018

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Alinea. 2007.

LABURÚ, C. E.; ZOMPERO, A. F.; BARROS, M.A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de Ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v.30, n.1: p. 7 – 24, Abr. 2013.

LEMBO, A., COSTA, I., VESPASIANO, S. S. **Odisseia**. Coleção volumes 1, 2, 3, 4 e 5. São Paulo: Sei, 2017

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro: EPU, 2013.

PEREIRA, G. R. et al (2016). **Atividade experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental**: análise de um programa formativo para professores. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.33, n.2, p. 579 – 605.

RAMOS, E. M. F. **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física**. Dissertação (mestrado), USP. São Paulo. 1990

SNYDERS, G. **A alegria na escola**. São Paulo: Manole Ltda. 1988.

SOUSA, A. dos S. **Kit de Brinquedos**: Uma Forma Prazerosa de Ensinar e Aprender Física no Ensino Fundamental 1. Dissertação (mestrado), UFERSA, Mossoró. 2017

VIDAL, E. M.; André, A. C. M.; Moura, F. M. T. **Os conceitos Físicos na formação de professores de 1º à 4º séries no curso de pedagogia da Universidade Estadual do Ceará**. *cad.cat.Ens.Fís*, UECE, Ceará. 1998

VYGOTSKY, L. S. et al. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1988.

Linha 4

Comunicação em práticas educativas formais, informais e não formais e o ensino de Física

Posters

História, políticas e práticas de divulgação científica e suas relações com o ensino de Física; educação em museus e centros de ciências; feiras e exposições de Ciências; interdisciplinaridade; interface Ciência e arte no ensino e aprendizagem de conceitos de Física.

PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE FÍSICA E ARTE NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE DE DISSERTAÇÕES E TESES PRODUZIDAS ENTRE 2000-2018

ACADEMIC PRODUCTION ON PHYSICS AND ART IN SCIENCE TEACHING: AN ANALYSIS OF DISSERTATIONS AND THESES PRODUCED BETWEEN 2000-2018

Monikeli Wippel¹, Maria José Fontana Gebara²

¹Universidade Estadual de Campinas/Instituto de Física “Gleb Wataghin”/monikeliwippel@gmail.com

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Física, Química e Matemática/maria.gebara@ufscar.br

Resumo

A presente pesquisa de estado da arte surge da aproximação entre Ensino de Física e Arte, cujo objetivo geral é identificar e analisar dissertações e teses que abordam a temática “Física e Arte” na pesquisa acadêmica brasileira em Ensino de Ciências, no período compreendido entre 2000 e 2018. Efetuou-se um levantamento bibliográfico no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES a partir dos termos “ciência e arte”, “arte”, “cinema”, “circo”, “música”, “literatura”, “pintura”, “teatro”, “dança”, “poesia” e “fotografia” no título, resumo e/ou palavras-chave. Foram analisados 33 trabalhos. Verificamos o ano da defesa e evolução quantitativa da produção, grau de titulação, instituições onde as pesquisas foram desenvolvidas, distribuição geográfica, nível escolar, manifestação artística, foco temático e objetivos de pesquisa. Utilizamos pressupostos da técnica de análise de conteúdo. Os resultados revelam que o primeiro trabalho foi identificado na década de 2010; que predominam as dissertações sobre as teses; que as pesquisas estão concentradas nas regiões Sul e Sudeste; e que foram desenvolvidos em instituições públicas. Apresentam grande variedade de manifestações artísticas (teatro, música, fotografia, cinema, literatura, etc.), o nível escolar que se destaca é o Ensino Médio, e têm diferentes focos temáticos, sobressaindo-se os “recursos didáticos”. Os objetivos, de modo geral, estão relacionados a propostas inter/transdisciplinares, aproximação entre Ciência e Arte, e utilização da Arte no ensino de Física. Por fim, acreditamos na importância de se retratar a produção acadêmica, de modo a contribuir com melhorias e inovações dos processos educativos e formativos, principalmente quanto a temáticas pouco divulgadas.

Palavras-chave: Arte; Ensino de Física; Estado da Arte; Física e Arte; Pesquisa Acadêmica.

Abstract

The present research arises from the approach between Physics Teaching and Art. The objective is analyze dissertations and theses, from 2000 to 2018, that address the theme “Physics and Art” in Science Teaching. We conducted a survey in the CAPES Catalogue of Theses and Dissertations, searching for these terms in the

title, abstract or keywords: "science and art", "art", "cinema", "circus", "music", "literature", "painting", "theater", "dance", "poetry" and "photography". We analyzed the year of defense and quantitative evolution of production, degree of titulation, institutions where the research was developed, geographical distribution, school level, artistic manifestation, thematic focus and objectives of 33 studies. We use assumptions of the content analysis technique. The first study was identified in the decade of 2010; there is a predominance of dissertations on the theses; they are concentrated in the South and Southeast regions and were conducted in public institutions. In addition, they involve theatre, music, photography, film, literature; they stand out with proposals for high school; and the thematic focus "didactic resources" is what appears most. The objectives are related to inter/transdisciplinary proposals, approximation between Science and Art, and the use of Art in Physics teaching. For us, understanding academic production can contribute to future innovations in educational processes with the theme of Science and Art.

Keywords: Art; Physics teaching; State of art; Physics and Art; Academic research.

Introdução

As pesquisas sobre Ensino de Física e de Ensino de Ciências têm aumentado nas últimas cinco décadas, movidas, principalmente, pelo desenvolvimento da pós-graduação na área. Desdobramento disso é o crescimento de informações e da produção acadêmica nesse campo de pesquisa, sobre as quais, em certo momento, é preciso se ater. Isso é essencial para posteriores encaminhamentos teóricos e metodológicos, além de possibilitar a aproximação com experiências didáticas e de pesquisa expostas pela área.

A evolução quantitativa das pesquisas é importante, mas não apenas isso deve ser avaliado num intervalo de tempo. Segundo Teixeira e Megid-Neto (2006, p. 261) "o crescimento quantitativo não pode ser tomado isoladamente como critério de avanço no campo de investigação, qualquer que seja ele. Aparece, então, inevitavelmente, a necessidade e a preocupação com a qualidade". Para tanto, recorre-se às pesquisas denominadas "estado da arte". Trata-se de pesquisas bibliográficas que apresentam "caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar" (FERREIRA, 2002, p. 258). Adotando como referência o Brasil, alguns exemplos de trabalhos dessa natureza foram realizados por Megid (1999) e Salem (2012).

Nesse contexto situa-se o tema que buscamos investigar, "Física e Arte" no âmbito do Ensino de Física/Ciências, sobre o qual encontramos argumentos em diferentes autores em defesa da união de áreas do conhecimento, bem como suas contribuições para o ensino (REIS, GUERRA, BRAGA, 2006; ZANETIC, 2006; GALILI, ZINN, 2007; FERREIRA, 2012; CACHAPUZ, 2014; SILVA, SILVA, 2016; SAWADA, ARAÚJO-JORGE, FERREIRA, 2017).

Reis, Guerra e Braga (2006) apontam que, muitas vezes, a Física e a Arte são vistas como territórios opostos e distantes, ficando a Física atrelada ao campo da razão, da precisão e do rigor descritivo, e a Arte atrelada à intuição, criatividade e liberdade de criação. Para Zanetic, (2006, p. 43) "o ensino da física não pode

prescindir da presença da história da física, da filosofia da ciência e de sua ligação com outras áreas da cultura, como a literatura, letras de música, cinema, teatro, etc.”

Nessa perspectiva, encontramos no pensamento de Edgar Morin a busca da (re)ligação de saberes que são tratados, há tempos, como fragmentados: “[...] estamos numa época de saberes compartimentados e isolados uns dos outros. Não se trata somente de especialização, mas de hiperespecialização porque as especializações não chegam a se comunicar umas com as outras (MORIN, 2005, p. 32). E essa falta de comunicação e solidariedade entre os conhecimentos “impede de ver o global (que ela fragmenta em parcelas), bem como o essencial (que ela dilui)” (MORIN, 2012, p. 14).

As ideias de Morin reforçam a pertinência de propostas que almejam articular diferentes campos no conhecimento, e estão intimamente ligadas à importância de se romper com o pensamento simplificador e segmentado que predomina. Morin (2005, p. 49) salienta ainda que “as ciências físicas não são o pedestal último e primitivo sobre o qual se edificam todas as outras [...] são também ciências humanas uma vez que aparecem numa história humana e numa sociedade humana [...]”.

É nessa perspectiva de horizontalidade que Galili e Sinn (2007, p. 453) apontam que “para encontrar um equilíbrio intelectual na educação, pode-se usar [...] obras primas artísticas que combinam aspectos do prazer sensorial com lógica científica e ideias humanísticas”.

Neste cenário, o objetivo geral desse trabalho é identificar e analisar dissertações e teses que abordam a temática “Física e Arte” na pesquisa acadêmica brasileira em Ensino de Ciências, no período compreendido entre 2000 e 2018.

Procedimentos metodológicos

Essa pesquisa, qualitativa (LÜDKE; ANDRE, 2013) e do tipo “estado da arte” (FERREIRA, 2002), é parte de uma investigação de pós-graduação em andamento. Inicialmente, procuramos identificar dissertações e teses referentes ao Ensino de Física/Ciências e que abordam a temática Física e Arte. Realizamos um levantamento bibliográfico considerando o período de 2000 a 2018, com o intuito de verificar, sistematizar e discutir características gerais de trabalhos que se inserem nessa temática. O marco inicial considerado é o ano 2000, quando a área de Ensino de Ciências e Matemática foi criada oficialmente pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A busca pelos trabalhos foi realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, utilizando os filtros de busca “Multidisciplinar” para a Grande Área do Conhecimento, e “Ensino de Ciências e Matemática” como a Área do Conhecimento. Assim, procuramos identificar no título, resumo e/ou palavras-chave os termos: “ciência e arte”, “arte”, “cinema”, “circo”, “música”, “literatura”, “pintura”, “teatro”, “dança”, “poesia” e “fotografia”.

Como aqui apresentamos um recorte de uma investigação mais ampla (que engloba as Ciências da Natureza), após a busca com os termos supracitados, consideramos apenas os trabalhos que apresentavam relações da Física a Arte e suas diferentes formas de manifestação.

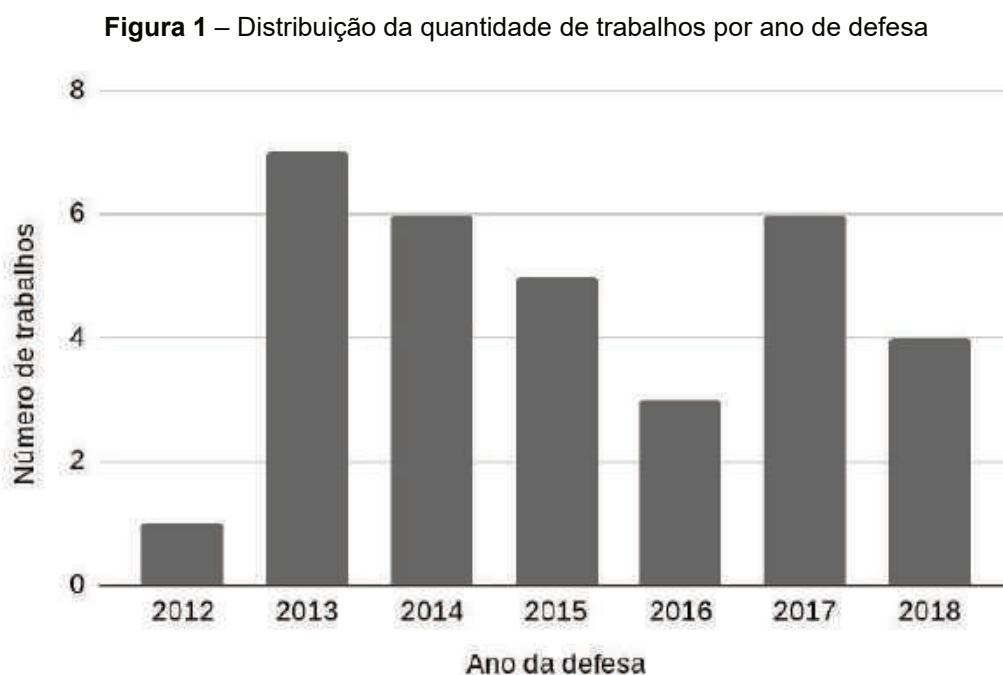
De posse dos trabalhos, em procedimento semelhante aos realizados por Megid-Neto (1999), identificamos:

- **Ano de defesa** e evolução quantitativa da produção;
- **Grau de titulação** (Mestrado Acadêmico, Mestrado Profissional, Doutorado);
- **Instituição acadêmica** nas quais os trabalhos foram realizados;
- **Distribuição geográfica** dos trabalhos;
- **Nível escolar** abrangido (Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Superior, Educação Não-Formal, ou não se aplica);
- **Manifestação artística** presente nas pesquisas;
- **Foco temático** (Conteúdo-Método, Recursos Didáticos, Formação de Professores, Filosofia da Ciência, História da Ciência, Formação de Conceitos, Outro foco);
- **Objetivos** dos trabalhos.

Os dados foram organizados em planilhas do *Excel* e analisados segundo pressupostos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

Resultados e discussão

Identificamos, no período de 2000 a 2018, o total de 33 dissertações e teses. A distribuição por **ano de defesa** e a evolução quantitativa da produção podem ser observadas na Figura 1:



Fonte: As autoras (2020).

Apesar do período inicial considerado na busca ser o ano 2000, verificamos o primeiro trabalho com defesa em 2012. Isso não implica em afirmar que nada sobre esse tema tenha sido pesquisado e desenvolvido antes; nossa hipótese é que, anteriormente, trabalhos com temática semelhante à considerada nessa pesquisa foram desenvolvidos em programas de pós-graduação em Educação que contavam com linhas de pesquisa relacionadas ao Ensino de Ciências, por exemplo. Dessa maneira, não foram abrangidos pelos critérios de busca aqui considerados.

Em relação ao **grau de titulação**, há predomínio de dissertações de mestrado, que correspondem a, aproximadamente, 82% da produção (27 trabalhos). Dessas, 14 são fruto de Mestrados Acadêmicos e 13 de Mestrados Profissionais. Apenas 18% (6) são teses de Doutorado. Devemos lembrar que o tempo entre o ingresso no mestrado e a defesa da dissertação é, geralmente, inferior ao tempo entre o ingresso no doutorado e a defesa da tese, o que pode justificar a expressiva diferença numérica.

Quanto à **distribuição geográfica**, identificamos que os trabalhos se concentram, em sua maioria, no eixo Sul-Sudeste. Juntos, eles correspondem a cerca de 73% da produção. Foram encontrados, na região Sul, 12 trabalhos; Sudeste, 12; Nordeste, 5; Centro-Oeste, 2; Norte, 2.

Em relação às **instituições** onde as pesquisas foram realizadas, verificamos que todas são públicas, sendo 5 estaduais e 12 federais, incluindo Universidades e Institutos.

Esse desequilíbrio entre as regiões pode estar relacionado ao fato de que a maior parte dos programas de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática no Brasil se encontram nas regiões Sul e Sudeste. De acordo com informações disponíveis no *site*¹ da CAPES, entre os programas cadastrados na área básica de “Ensino de Ciências e Matemática”, encontramos 97 em funcionamento, sendo: 28 pertencentes à região Sul, 27 à Sudeste, 17 à Nordeste, 14 à Centro-Oeste e 11 à Norte. Assim, a distribuição geográfica identificada é, razoavelmente coerente com a distribuição geográfica dos programas em funcionamento.

Quanto ao **nível escolar** abrangido pelas pesquisas destaca-se o Ensino Médio, correspondendo a, aproximadamente, 67% da produção, com 21 trabalhos. Em seguida aparece o Ensino Superior, com 6 trabalhos; Ensino Fundamental, 3; e, em 3 trabalhos, o aspecto “nível escolar” não se aplica. Essa concentração que privilegia o Ensino Médio pode ser reflexo do fato que a Física, enquanto disciplina curricular, faz parte desse nível escolar. Porém, a interface entre Ciência e Arte “adquire um caminho de validação na estratégia pedagógica para todos os níveis de ensino, desde o ensino fundamental em toda e qualquer escola, até o ensino de pós-graduação [...]” (SAWADA, ARAÚJO-JORGE, FERREIRA, 2017, p. 166).

No que tange às **manifestações artísticas** presentes, temos 10 trabalhos que privilegiam Teatro/jogos teatrais; Fotografia/Cronofotografia, 4; Música, 4, Cinema/Filmes/Vídeos, 4; Literatura/Cordel/Poesia/Contos, 4; Pintura/Grafite, 3; Arte Renascentista, 1; Artes Visuais, 1; Artes Visuais, Fotografia e Documentário 1; Histórias em Quadrinhos, 1. Essa diversidade nos leva a considerar que a

¹ Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/listaPrograma.jsf>
Acesso em: 24 jan. 2020.

criatividade e imaginação são fundamentais quando se pensa na interface entre Ciência e Arte. Aliás, relações entre Ciência e as mais distintas formas de arte são antigas. Podemos encontrar conexões com a Ciência na Pintura, na Literatura, no Cinema, na Música, no Teatro, etc., numa perspectiva de integração que remonta aos tempos anteriores ao Renascimento (REIS, GUERRA, BRAGA, 2006).

Já com relação aos **focos temáticos**, identificamos os seguintes: Recursos didáticos, 15; Conteúdo-Método, 9; História da Ciência, 7; Formação de Conceitos, 5; Formação de professores, 3; Filosofia da Ciência, 1; outro foco, 4. Esclarecemos que a soma da quantidade de trabalhos é superior a 33 (100% da produção identificada no levantamento), pois há trabalhos que apresentam mais de um foco temático como principal.

A predominância do foco Recursos didáticos (que sugere relações com sala de aula), de trabalhos voltados para o Ensino Médio, e uma quantidade considerável de produções de Mestrado Profissional nos permite estabelecer um paralelo entre esses aspectos. Afinal, de acordo com a Capes (2019), os mestrados profissionais na área de Ensino de Ciências e Matemática visam contribuir com a qualificação de profissionais que exercem atividades educativas, e seus trabalhos finais de curso estariam vinculados à própria atuação.

Na análise dos **objetivos** dos trabalhos, três categorias foram definidas *a posteriori*, em alguns casos de maneira explícita e em outros implícita, e as nomeamos como (i) Proposta interdisciplinar ou transdisciplinar; (ii) Aproximação entre Ciência e Arte; e (iii) Utilização da Arte.

Na categoria *Proposta interdisciplinar ou transdisciplinar* foram incluídos 4 trabalhos (12%), e neles o objetivo central consiste em apresentar uma proposta que os(as) autores(as) classificam explicitamente como interdisciplinar ou transdisciplinar. Não foi nossa intenção, nesse momento, julgar se as propostas de fato assumem tal caráter de acordo com a literatura.

Apesar de existirem diferenças conceituais entre os termos interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, abordagens nessas perspectivas possibilitam ultrapassar a fronteira disciplinar, uma vez que, mesmo com linguagens e conceitos próprios de uma área, não se isolam em relação a outras disciplinas. Aliás, nas palavras de Morin:

As disciplinas são plenamente justificadas intelectualmente sob a condição de constituírem um campo de visão que reconheça e conceba a existência de ligações de solidariedades. Mais ainda, só são plenamente justificadas se não ocultarem realidades globais” (MORIN, 2005, p. 48).

Na categoria *Aproximação entre Ciência e Arte* classificamos 5 trabalhos (15%), nos quais os objetivos propõem, de forma mais geral, a aproximação entre Ciência e Arte e/ou a compreensão de aspectos dessa aproximação. Nessa perspectiva, é possível questionar a compartimentação entre cultura humanista e cultura científica. Segundo Morin (2000, p. 40) essa separação e a falta de comunicação das culturas “determina graves consequências para ambas. A cultura humanista revitaliza as obras do passado; a cultura científica só valoriza as aquisições do presente”.

Já na categoria *Utilização da Arte* temos 24 trabalhos (73%), nos quais predomina a ideia de “usar” a arte no ensino de conceitos ou temas relacionados à Física. Utilizam-se de manifestações e obras artísticas para abordar conceitos e temáticas da Física; a Arte como ferramenta ou recurso em sala de aula; também, se propõem a avaliar, desenvolver materiais didáticos, e investigar o potencial das obras de arte e suas contribuições para a aprendizagem científica.

Concordamos com a ideia de que a “utilitarização”, mesmo que “em si, não produza resultados negativos, pode levar o aluno – e até mesmo o professor e/ou pesquisador – a formar uma visão equivocada e reducionista da Arte” (FERREIRA, 2012, p. 5). Isso poderia ser reflexo da falta de materiais didáticos apropriados e percepções ingênuas de professores que não tiveram nenhuma formação que lhes permitisse desenvolver abordagens que integrem Física e Arte.

De maneira geral, “cultura é quase sempre a vocação de obra literária, sinfonia ou pintura [...] dificilmente, porém, cultura se liga ao teorema de Godel ou às equações de Maxwell!” (ZANETIC, 2005, p. 21). Logo, existe a necessidade de que a Física seja reconhecida como parte da cultura dentro da sociedade. Dessa forma, seria possível “pensar arte e ciência como aliadas e parte de um conjunto maior de elementos necessários para estimular o desenvolvimento cultural dos alunos” (FERREIRA, 2012, p. 10), proporcionando ligações e solidariedades entre objetos tratados por diferentes campos do conhecimento.

Considerações finais

No contexto da temática Física e Arte no ensino, nos propusemos a identificar e analisar dissertações e teses na pesquisa acadêmica brasileira em Ensino de Ciências. Em síntese, entre os aspectos analisados, verificamos que os trabalhos vêm sendo desenvolvidos em Institutos e Universidade públicas e, em sua maioria, nas regiões Sul e Sudeste. Além disso, destacamos a pluralidade de manifestações artísticas envolvidas nas propostas, bem como a abrangência de diferentes níveis de ensino.

É importante destacar que a ponte entre a Física e a Arte assume diferentes objetivos, no entanto nos preocupa a aparente carência de estudos que coloquem a Arte e a Ciência em um mesmo patamar de importância, visto que a maioria deles insere a Arte como um instrumento no ensino de conteúdos e conceitos científicos.

Acreditamos ser de grande importância a divulgação da produção acadêmica voltada a essa temática, para que o intercâmbio dos resultados e contribuições surgidas nessas produções possam refletir melhorias e inovações dos processos educativos e formativos. Por fim, concordamos que um entendimento mais amplo, porém não mais (ou menos) importante será atingido com a ampliação dessa pesquisa. De toda forma, mesmo sendo um retrato parcial da produção acadêmica, acreditamos que o trabalho permite discutir a interconexão da Física e da Arte e pode propiciar mais apreciação das artes no campo científico e no ensino.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

CACHAPUZ, A. F. Arte e Ciência no Ensino das Ciências. **Interacções**, n. 31, p. 95-106, 2014.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. CAPES. **Mestrado Profissional: o que é?**. 2019. Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/avaliacao/sobre-a-avaliacao/mestrado-profissional-o-que-e>>. Acesso em: 16 jan. 2020.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrumento no ensino de ciências? **Revista Arredia**, v.1, n.1, p. 1-12, 2012.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, n. 79, p. 257-272, 2002.

GALILI, I.; ZINN, B. Physics and Art – A Cultural Symbiosis in Physics Education. **Science & Education**, n. 16, p. 441-460, 2007.

MEGID, J. Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental. Tese de doutorado, Faculdade de Educação da UNICAMP. Campinas, 1999.

MORIN, E. Da necessidade de um pensamento complexo. In: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. da (Orgs.). **Para navegar no século XXI: tecnologias do imaginário e cibercultura**. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p. 19-42.

MORIN, E. **Educação e complexidade: os setes saberes e outros ensaios**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 20. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Física e arte: A construção do mundo com tintas, palavras e equações. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, 2006.

SALEM, S. Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de física no Brasil. Tese de Doutorado em Ciências/Ensino de Física - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SAWADA, A. C. B.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; FERREIRA, R. Cienciarte ou ciência e arte? Refletindo sobre uma conexão essencial. **Educação, Artes e Inclusão**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 158-177, 2017.

SILVA, M. W.; SILVA, C. S. A Poesia no Ensino de Física no cenário dos eventos: EPEF, SNEF e ENPEC. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 16., 2016, Maresias. Anais Eletrônicos... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física (SBF), 2016.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 261-282, 2006.

ZANETIC, J. Física e Cultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-posições**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 39-58, 2006.

ELETRICIDADE EM EXPOSIÇÃO: ELEMENTOS PARA A ABORDAGEM DA ELETRICIDADE NO COTIDIANO, EM UM MUSEU DE CIÊNCIAS

ELECTRICITY ON EXHIBITION: ELEMENTS FOR THE APPROACH TO ELECTRICITY IN EVERYDAY IN A SCIENCE MUSEUM.

Heidie da Silva Torres¹, Débora Garcia², Matheus Barros³, Natália de Andrade Nunes⁴, Sílvia Martins⁵

¹Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Física/Museu DICA, heidietorres@gmail.com

²Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Física/Museu DICA, deboragarciakkd@gmail.com

³Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Física/Museu DICA, matheus-barros@outlook.com

⁴Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Física/Museu DICA/Colégio Colibri, na.nunesbio@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Física/Museu DICA, smartins@ufu.br

Resumo

Um museu é considerado um espaço onde se promove a divulgação científica, através de exposições que utilizam a educação não formal como conexão entre o saber científico e o público alvo. Não diferente disso, foi pensado uma exposição intitulada “Caminhos da eletricidade: da natureza para sua casa”, sediada no Museu DICA, em Uberlândia – Minas Gerais, com o objetivo de levar aos visitantes a oportunidade de conhecer e compreender os processos de geração e consumo de energia. A exposição conta com experimentos e banners que conversam entre si, relacionando o lúdico com o conceitual. Espera-se que, com a execução do projeto, tenhamos um retorno quanto ao impacto da exposição.

Palavras-chave: Museu, Exposição, Eletricidade.

Abstract

A museum is considered a space where scientific dissemination is promoted, through exhibitions that use non-formal education as a connection between scientific knowledge and the target audience. Not unlike this, an exhibition entitled “Paths of electricity: from nature to your home” was created, based at the DICA Museum, in Uberlandia - Minas Gerais, with the objective of giving visitors the opportunity to know and understand the processes of generation and energy consumption. The exhibition features experiments and banners that talk to each other, relating the playful to the conceptual. We hope that, with the execution of the project, we will have a return on the impact of the exhibition.

Keywords: Museum, Exhibition, Electricity.

Introdução

Por muito tempo os museus eram considerados como meros armazéns de objetos ou locais para guardar coisas velhas, porém hoje estão se tornando espaços de aprendizagem. A compreensão dos museus como espaço de educação é uma ideia recente na história das instituições. A consolidação do papel educativo dos museus ocorreu durante o século XX, com o aumento e diversificação do público, os museus começaram a introduzir estratégias que facilitassem a comunicação com os visitantes. Segundo Marandino (2008).

Uma das mudanças mais notáveis foi o crescimento do seu papel educacional. Muitas instituições começaram a contar com profissionais específicos para os chamados serviços educativos. Com importância sempre crescente, esses profissionais passam a reivindicar um papel mais efetivo na montagem das exposições, como forma de evitar problemas de comunicação que possam ser contornados antes das montagens (MARANDINO, 2008, p.12).

Nesse contexto os museus de ciências, assim como todo museu, possui objetivos básicos, como a preservação do acervo, a pesquisa e a comunicação (ICOM, 2007). Dentre esses, a comunicação é quem faz a ponte entre o público e o objeto exposto, sendo assim o ponto central para permitir que ele desempenhe seu papel educacional. Logo, é de suma importância que o processo de comunicação da exposição seja minuciosamente planejado, pensando-se em quais fins educacionais e culturais a exposição estará pautada (ICOM, 2007; OVIGLI, 2009), uma vez que a exposição pode ser considerada uma forma de intervenção didática do museu de ciências (MARANDINO, 2016).

Assim, para a realização de uma exposição, é necessário que o conhecimento científico que ali é utilizado passe por um processo de desconstrução e reconstrução, assim como seus valores e práticas, para que seja possível sua inserção no ambiente museológico (ACHIAM, 2014). Esse é um processo extremamente importante, que caracteriza a transposição didática (CHAVELLARD, 1991).

É importante destacar que este processo não é trivial, pois o trabalho de um curador de exposição traz responsabilidades quanto à qualidade do conteúdo que será exposto e os conceitos científicos que ali serão abordados, sendo ele a ponte entre o que é dito saber científico e o público que frequenta o museu.

Marandino (2016) traz a reflexão de que as negociações e decisões tomadas no trabalho de desenvolvimento da exposição definem a questão de “qual estória deve ser contada na exposição”. Sendo assim, o discurso que ali é utilizado é dependente de qual perspectiva a equipe do museu possui, levando em consideração as contribuições dadas pelos indivíduos que estão envolvidos, bem como o envolvimento destes no processo de desenvolvimento da exposição.

É necessário, então, para uma exposição bem elaborada, levar em consideração e compreender como é dada a construção desta, sendo que esta iniciativa colabora com a reflexão de quais são os elementos que podem interferir na transposição didática. Apesar desta importância, pouco se encontra na literatura acadêmica sobre a criação e o processo de se pensar uma exposição; a maior parte dos trabalhos

trazem reflexões sobre como esta interage com o público no geral (MORTENSEN, 2010).

Neste contexto, este trabalho traz o processo de criação de uma exposição sobre a eletricidade e sua relação com o cotidiano da população, a ser instalada no Museu Diversão com Ciência e Arte (DICA), do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia, localizado no Parque Municipal Gávea, em Uberlândia – Minas Gerais.

O Museu Dica - Diversão com Ciência e Arte

O Museu Diversão com Ciência e Arte – DICA é um órgão complementar do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia e tem como missão promover ações para estimular os indivíduos a desenvolverem sua consciência sobre o papel e a importância da ciência na sociedade.

O museu vem apresentando suas exposições de ciência ao público, ocupando espaços no campus Santa Mônica da UFU de 2007 a 2015. Em 2010, ainda com a sede na UFU, o Museu DICA iniciou uma negociação com a Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU) para promover atividades de divulgação científica em parques da cidade. Como resultado dessa parceria, entre o DICA e a PMU, foi aprovado em 2013 junto ao CNPq, o projeto **Ciência e Arte no Parque**, que permitiu ampliar as atividades e mudar sua sede para o Parque Municipal Gávea em Uberlândia/MG. (Figura 01).

O Museu DICA possui atividades que estão distribuídas ao longo da extensão do parque Gávea. A Praça da Mecânica, com “brinquedos” e equipamentos que permitem a discussão de conceitos físicos. A Praça da Tabela Periódica, criada em parceria com pesquisadores do Instituto de Física e da Faculdade de Arquitetura da UFU, é uma estrutura que permite refletir sobre sua história e principais características dos elementos químicos. A Praça Passarinhar, resultado de uma pesquisa de mestrado em ensino de ciências, apresenta aspectos técnicos e culturais sobre as aves que acontecem no Parque Gávea. A Trilha do Sistema Solar, com maquetes do Sol e dos planetas do sistema solar em escala, distribuídos ao longo da pista de caminhada, construída com a colaboração e inspiração do prof. Roberto Silvestre, astrônomo amador de Uberlândia. O Quiosque de Exposições, que abriga exposições de média e longa duração, onde será instalada a exposição apresentada nesse trabalho (com inauguração prevista para maio de 2020).



Figura 01 – Quiosque de Exposições do Museu Dica.

Com as atividades que o museu DICA vem desempenhando ao longo do tempo, isso permitiu que o museu pudesse participar de um programa internacional da Universidade do Arizona (AZU) - Walton Sustainability Solutions Initiatives Sustainability in Science Museums Fellowship Program. Esse programa busca uma troca de experiências entre museus do mundo todo, a partir de representantes, e também incentivar iniciativas em o prol do desenvolvimento sustentável nessas instituições. A partir desse programa, foi aprovado o projeto “Abordando a Sustentabilidade”. Esse projeto permitiu a idealização dessa exposição, com o objetivo de ampliar o conteúdo e a comunicação da exposição e objetos (experimentos e maquetes para abordagem de eletromagnetismo), já existentes do museu, incluindo uma discussão sobre sustentabilidade.

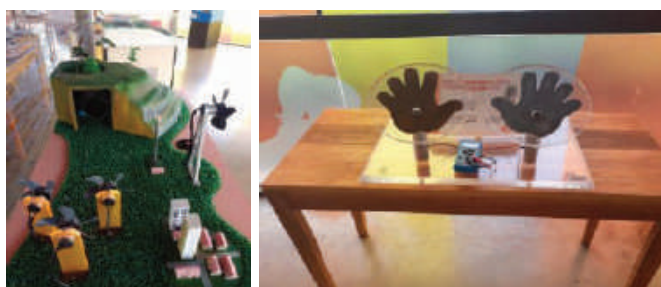


Figura 2: Alguns objetos e experimentos de eletromagnetismo do acervo do Museu DICA, que farão parte da exposição.

A Exposição

O Museu DICA preocupa-se com a elaboração de exposições, que enquanto intervenção didática (MARANDINO, 2016), colabora para que ele cumpra seu papel educativo e promova um espaço para que o público possa aprender sobre ciência.

Acreditamos que a exposição seja o produto final de um entrelaçamento de diversos conhecimentos específicos. Assim, o processo de transposição didático, ou transposição museográfica (no caso do museu), não é um processo neutro e deve considerar o contexto da instituição e as concepções dos seus executores (CHEVALLARD & BOSCH, 2013; ARCHIAM, 2014).

Assim, a escolha dos curadores da exposição traz em si um aspecto importante para a equipe do Museu DICA, de envolver pesquisadores e estudantes no processo de elaboração de suas exposições. O discurso da exposição, que pode ser compreendido no contexto do discurso pedagógico (MARANDINO, 2016), depende da perspectiva da equipe desse museu e seus colaboradores e das relações estabelecidas entre esses no processo de proposta e desenvolvimento da exposição.

Nesse cenário, a exposição foi elaborada por um grupo de trabalho (curadores), em que os participantes podem ser organizados em dois grupos: i) cinco alunos do oitavo período do curso de licenciatura da UFU em física, cursando a disciplina optativa „Tópicos Especiais em Ensino de Física – Museus Como Espaços de Educação” e; ii) quatro integrantes da equipe educativa do museu Dica (um licenciando em física, uma licencianda em Ciências Biológicas, uma bióloga e mestre em ensino de ciências – responsável pela idealização e criação da Praça Passarinhar), além da coordenadora do Museu, professora do Instituto de Física (também professora da disciplina).

De acordo com Marandino (2016), as negociações e decisões tomadas no trabalho de desenvolvimento da exposição definem a questão de “qual estória deve ser contada” nessa exposição. Assim, a exposição apresentada neste trabalho, intitulada “Caminhos da eletricidade: da natureza para sua casa.” foi pensada com o intuito de atribuir sentidos e criar um discurso expositivo para os objetos (experimentos de eletromagnetismo) que já faziam parte do acervo do Museu DICA (Figura 2), ancorados na ideia de que apenas objetos não criam uma exposição (WAGENSBERG, 2001), dentro do contexto do projeto “Abordando Sustentabilidade”.

Durante o processo de criação, os curadores foram desenvolvendo cada parte da exposição e cada um teve a responsabilidade de criar uma ideia inicial para as diversas possibilidades de discussão, acerca da temática de eletricidade e sua relação com o cotidiano. Assim, foi elaborada uma comunicação que relaciona aspectos conceituais de Física a aspectos ambientais e socioeconômicos, buscando estabelecer um discurso para a exposição que aproxime o público da ciência por meio de reflexões sobre seu cotidiano.

Uma vez definido o discurso da exposição, a escolha dos objetos foi negociada com toda a equipe. Com isso, além da escolha dos objetos que colaborassem para que a estória proposta fosse contada, foi construída uma comunicação com banners e placas, com o intuito de cativar o público e apresentar conceitos, tanto de Física quanto ambientais, de forma a colaborar para que esse público possa refletir sobre as questões relacionadas à produção, distribuição e consumo de energia elétrica.

Conteúdo da exposição

Os conteúdos da exposição foram divididos em três categorias: (a) Conceitos Físicos e; (b) questões ambientais e; (c) questões socioeconômicas. Esses conteúdos estão organizados junto de modo a contar ao público o processo de transformação de energia que produz a energia elétrica que é utilizada nas casas.

Quanto à disposição física da exposição, foi criada uma sequência lógica de percurso para o visitante percorrer e para cada objeto, há uma comunicação sobre os conceitos e ideias que ele representa no contexto da exposição. A ideia é de que a exposição seja autoexplicativa e o visitante apreciá-la com liberdade e, ainda assim, permitir que a estória proposta possa ser acessada pelo público.

Em relação aos conceitos físicos, buscamos apresentar definições, explicações de fenômenos e exemplos, com o intuito de apresentar conteúdos abstratos de maneira simples para permitir a aproximação do público, como pode ser evidenciado na Figura 3a. Cabe ressaltar que estes conceitos não são meramente descritos; como é dito por Achiam (2014), é importante que o conhecimento seja transformado para a linguagem do museu e, assim, chegue ao público de forma didática. Procuramos, então, utilizar uma linguagem simples e acessível, sem que a definição ali presente perdesse sua essência (MARANDINO, 2001).

Do ponto de vista ambiental, foram apresentadas na exposição conceitos como o consumo consciente de energia, o que é energia renovável, e os impactos das hidrelétricas na região. Um exemplo de placa na categoria ambiental pode ser visto na figura 3b. Para a exposição assumimos um posicionamento, a reflexão sobre o consumo de energia, estilo de vida e impactos gerados. Assim, consideramos importante trazer para discussão, o significado de energia renovável, limpa e

sustentável, focando nossa região, buscando a harmonia do urbano e natural (CARVALHO, 2012).

Com relação às questões socioeconômicas presentes na exposição, buscamos apresentar informações sobre o consumo e o gasto de energia, a fim de que o visitante possa ter maior consciência dos impactos que seu consumo exagerado pode ocasionar a médio e longo prazo, como exemplificado na placa apresentada na figura 3c.

Além dos impactos gerados pela demanda de energia, empreendimentos podem impactar comunidades, como inundando cidades, que gera o impacto na moradia, emprego e emocional/afetivo – que não necessariamente é ressarcida na mesma proporção e se é que tem valor para isso. Afetando o valor de propriedades próximas etc. Para abordar essa questão, sensível e muitas vezes ignorada, utilizamos a linguagem artística, por meio da literatura de cordéis (figura 4) temáticos que estarão espalhados pela exposição.

Como é intrínseca a relação dos impactos socioeconômicos e ambientais, também propusemos espaços e momentos da exposição para essa reflexão e discussão integrada mais ao final da exposição, pois assim o visitante terá tido tempo, conceitos, experiências e emoções para pensar a respeito. Assim, procuramos usar uma linguagem acessível, mas não rasa, usando textos para conceituar os tipos de energia, mapas, gráficos e interlocuções por meio da mascote da exposição (O Frakestinho, que pode ser visto na figura 03a) Buscamos, assim, uma comunicação assertiva e lúdica, com o intuito de propor uma discussão e reflexão no espaço e tempo do museu (CHEVALLARD & BOSCH, 2013; ARCHIAM, 2014).

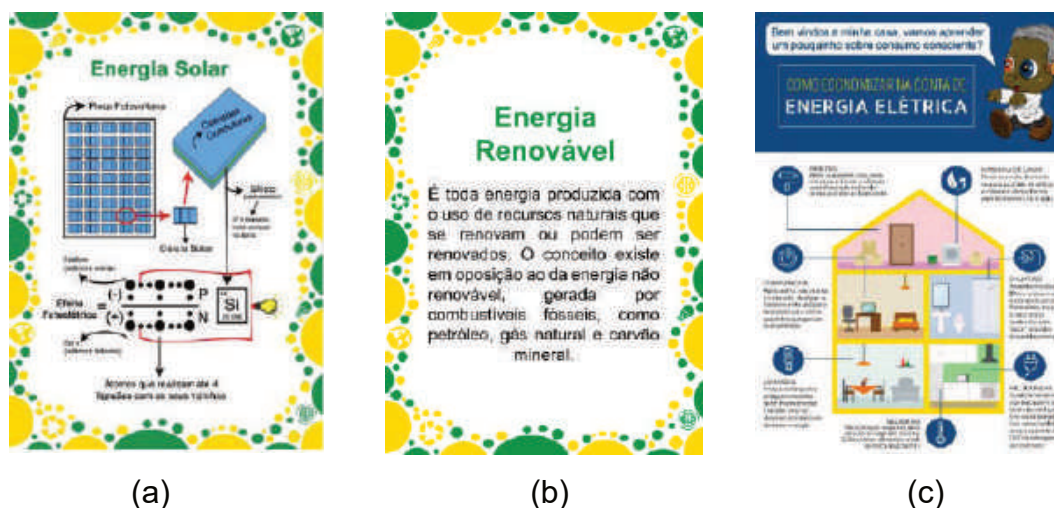


Figura 3 - placas para comunicação: (a) como funciona a placa fotovoltaica; (b) o que é energia renovável e; (c) como economizar na energia elétrica. Para ajudar na elaboração da comunicação, foi incorporada a figura do mascote da área de eletromagnetismo do DICA, o Franquestinho, que pode ser visto na figura 3c.



Figura 4 - placas para comunicação: socioambiental. Texto que é parte de um cordel, que foi utilizado na placa de apresentação.

Considerações finais

A exposição trouxe elementos que entrelaçam questões de Física e de educação ambiental. Isso foi fruto da escolha da equipe, que agrupou personagens dessas duas áreas, trazendo a possibilidade de o visitante criticar de forma consciente a produção e o uso da energia.

A estória contada na exposição buscou aproximar a ciência do público por meio de uma temática muito próxima do cotidiano e, esperamos que assim, não só possamos cativar o público, como possamos deixar nossa contribuição à sociedade.

O trabalho envolvendo alunos e pesquisadores da universidade é importante para consolidar o Museu DICA como espaço educativo. Não só porque permite dialogar sobre ciência com o público, por meio de suas exposições, mas também porque a própria construção da exposição apresenta-se como um laboratório de pesquisa e ensino, que pode colaborar para a formação de futuros professores e pesquisadores. Assim, fortalece seu compromisso com o ensino, a pesquisa e a extensão, que são o tripé fundamental da universidade e, conseqüentemente deve guiar as ações do DICA, enquanto museu universitário.

Após a instalação da exposição, planejamos recolher dados com o público visitante acerca do nível de impacto que a exposição atingiu, tendo assim material para realização de um estudo específico sobre a realização da exposição.

Referências

ACHIAM, M (2014): Didactic transposition: From theoretical notion to research programme. Paper presented at the biannual ESERA (European Science Education

Research Association) doctoral summer school August 25- 29 in Kappadokya, Turkey

CARVALHO, I. C. M. Repensando nosso olhar sobre as relações entre sociedade e natureza. In: CARVALHO, I. C. M. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2012, p. 33-42.

CAZELLI, S; QUEIROZ, G.; ALVES, F.; FALCÃO, D.; VALENTE, M. E.; GOUVÊA, G.; COLINVAUX, D. Tendências Pedagógicas das Exposições de um Museu de Ciência. In: **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos, São Paulo, 1999.

CHEVALLARD, Y.; BOSCH, M. Didactic transposition in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. Berlin: Springer. 2013.

MARANDINO, M. O conhecimento biológico de exposições de museus de ciências: análise do processo de construção do discurso expositivo. 2001. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.

MARANDINO, M. The expositive discourse as pedagogical discourse: studying recontextualization in the production of a science museum exhibition. *Cult Stud of SciEduc* (2016) 11:481–514

MORTENSEN, M.F. Exhibit Engineering: A new research perspective (IND Skriftserie vol. 19). Copenhagen: Department of Science Education – tese. 2010

WAGENSBERG, J. Principios fundamentales de la museología científica moderna. *Cuaderno Central*, Barcelona, n. 55, p. 22-24, abr./jun. 2001.

O *EXPERIMENTUM CRUCIS* DE NEWTON MULTISSENSORIAL

THE MULTISENSORY NEWTON'S *EXPERIMENTUM CRUCIS*

Kim Silva Ramos¹, Maria da Conceição Almeida Barbosa-Lima² Luiz Pinheiro Cordovil da Silva³,

¹Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde/IOC-Fiocruz, prof.kim.amos@gmail.com

²UERJ/ Instituto de Física Armando Dias Tavares/Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica/IOC-Fiocruz, mcablina@uol.com.br

³UERJ/Instituto de Física Armando Dias Tavares/Departamento de Eletrônica Quântica, luiz.pinheiro@gmail.com

Resumo

Apresentamos neste trabalho a metodologia de montagem de uma representação multissensorial tátil-visual de um diagrama do *Experimentum Crucis* descrito por Isaac Newton no seu artigo “Nova Teoria da Luz e das Cores”, publicado em 1672. A partir de uma busca em bibliográfica histórica e experimental em óptica, encontramos modelos e diagramas que descrevem este polêmico experimento. A transposição em modelos tátil-visuais deste e de outros “experimentos cruciais” em óptica faz parte de uma pesquisa de mestrado que visa trazer para ambientes de ensino momentos importantes da história da luz e das cores, de maneira inclusiva e acessível a alunos com deficiência visual. Para tanto, revisamos o conceito de multissensorialidade e apontamos alguns resultados sobre práticas de montagem de experimentos históricos em aulas de ciência. Por fim, propomos um diálogo entre Ciência e Arte e deficiência visual de forma a apontar caminhos para práticas inclusivistas em ambientes de ensino formais e não-formais.

Palavras-chave: Experimentum crucis, Isaac Newton, multissensorialidade, deficiência visual, experimentos históricos

Abstract

In this work we present the methodology for assembling a multisensory tactile-visual representation of a diagram of the Experimentum Crucis described by Isaac Newton in his article “New Theory of Light and Colors”, published in 1672. From a search in historical and experimental bibliography in optics, we find models and diagrams that describe this controversial experiment. The transposition in tactile-visual models of this and other “crucial experiments” in optics is part of a master's research that aims to bring to teaching environments important moments in the history of light and colors, in an inclusive and accessible way to students with disabilities visual. For this, we reviewed the concept of multisensory and pointed out some results on the practice of setting up historical experiments in science classes. Finally, we propose a dialogue between Science and Art and visual impairment in order to point out ways for inclusive practices in formal and non-formal teaching environments.

Keywords: Experimentum crucis, Isaac Newton, multisensory, visual impairment, historical experiments

Introdução

19 de fevereiro de 1672, nas palavras de Isaac Newton, publicadas na “Philosophical Transactions of the Royal Society of London” e traduzidas por Silva e Martins em 1996:

“A remoção gradual dessas suspeitas finalmente levou-me ao *Experimentum Crucis*, que era este: tomei uma prancha e coloquei uma delas perto da janela e atrás do prisma de tal forma que a luz pudesse passar através de um pequeno buraco feito nela (...) e incidir na outra prancha (...) tendo primeiro feito um pequeno buraco nela também, para um pouco da luz Incidente passar através dele. Então eu coloquei um outro Prisma atrás dessa segunda prancha, de tal modo que a luz que atravessou ambos os anteparos pudesse passar através dele também e ser novamente refratada antes de atingir a parede.” (SILVA; MARTINS, 1996, p. 318).

Lohne (1968), que esmiuçou a história em torno deste experimento, o descreve como exemplo de “supremo interesse para a história da óptica” e que com frequência é utilizado “como modelo de um verdadeiro método científico”. E devido ao estilo limpo, pessoal e sincero com o qual Newton apresenta seu método experimental, Lohne ainda considera que este tratado é “ciência popularizada em seu melhor” com uma excepcional clareza de exposição (LOHNE, 1968, p. 181 tradução nossa).

De fato, esta experiência “crucial”, segundo a visão de Newton, é primorosa pela capacidade de conduzir indutivamente o pensamento do leitor às conclusões dele. Mais do que a experiência em si, estas conclusões e seu impacto no pensamento científico da época carregam a marca da controvérsia presente na base da atividade filosófica e científica dos anos de 1670, a década da luz e das cores (LOHNE, 1968; BERNARDO, 2009).

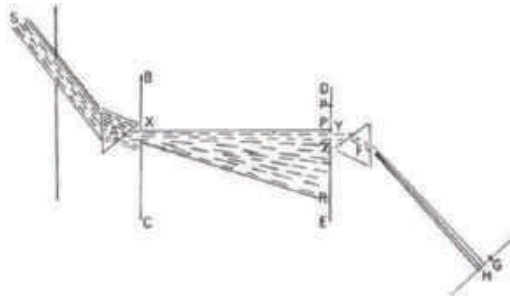
Continuando, Newton afirmava:

“Eu vi pela variação daqueles lugares [na parede] que a luz (...) sofreu no segundo Prisma uma Refração consideravelmente maior que a luz tendendo para a outra extremidade. E assim a verdadeira causa do comprimento da Imagem foi detectada não ser outra, senão que a *Luz* consiste em *Raios diferentemente refrangíveis* que, sem qualquer diferenças em suas incidências, foram, de acordo com seus graus de refrangibilidade, transmitidos em direção a diversas partes da parede” (SILVA; MARTINS, 1996, p. 318).

Para Newton, portanto, estaria “crucialmente” provado que a luz branca é constituída de raios com diferentes propriedades propagatórias, a refrangibilidade.

As pesquisas sobre o contexto histórico e filosófico do *Experimentum Crucis*, a origem do termo, as bases experimentais da época e a polêmica em torno das conclusões que Newton chegara são abundantes¹. Neste trabalho, restringiremo-nos na sua reprodução, mais exatamente na construção tátil-visual de um dos diagramas que Newton fez deste experimento (Figura 1). Propomos uma maneira diferente de reproduzir o *Experimentum Crucis*, quase 350 anos depois de sua divulgação, uma que possibilite entendê-lo sem fazer rigorosamente o uso da visão. O quadro que é produto deste trabalho é parte de uma pesquisa de mestrado que busca realizar reproduções históricas desta e de outras experiências em óptica de modo multissensorial e inclusivo para pessoas com deficiência visual. Como um quadro, ele foi planejado para ser inserido no contexto práticas de ensino assentadas nos vínculos entre ciência e arte.

1 Ver Lohne (1968), Holstmark (1970) Silva e Martins (1996) e Bernardo (2009), Grusche (2015), Martins e Silva (2015), Raicik, Peduzzi e Angotti (2017a), Ribeiro (2017), entre outros.

Figura 1: Diagrama do *Experimentum crucis*

Fonte: Lohne (1968).

Experiências históricas no ensino inclusivo de óptica

Apesar de não estudarmos aqui o histórico das reproduções do *Experimentum Crucis*, referências sobre ele não faltam em livros didáticos (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017b) e versões dele de baixo custo são acessíveis para estudantes em laboratórios de óptica (BARROS; SARAIVA; SCHMIEDECKE, 2017), não foi possível encontrar até o presente uma tentativa de montagem experimental que aliasse sua reprodução histórica com a acessibilidade para pessoas com deficiência visual. De fato, adaptar experimentos de física e, mais especificamente, em óptica, para a demanda inclusivista ainda é uma tarefa que precisa ser aprofundada.

Este experimento, em sua época, assumiu importância capital para a defesa de uma teoria física para o fenômeno das cores. Contemporâneos de Newton, antagonistas ou defensores de suas teses, construíram a reputação do *Crucis*. Hoje, temos referências dele estampadas em camisetas, capas de álbuns de rock, muros e murais pelas ruas... Além de um marco na história da ciência, ele tomou espaço em nossa cultura artística e cultural e celebra, por assim dizer, uma construção histórica entre ciência e arte.

A natureza fenomenológica da luz e das cores pode, em primeira instância, ser absolutamente dominada pela percepção visual. Porém, como indica Camargo (2011), para entender a estrutura de um fenômeno óptico, criamos esquemas, diagramas e modelos geométricos que simplificam a complexidade do mundo material e do fenômeno luminoso. Estes esquemas são importantes para se construir imagens mentais dele. Modelos da natureza da luz, como o do “raio” e o de “onda”, ambos presentes no pensamento científico do século XVII, são signos ontológicos que constroem o pensamento abstrato e lógico sobre a luz, as cores e os fenômenos ópticos mais variados (RAMOS, 2019).

Além disso, como assegura-nos Leontiev, “é por meio da linguagem, da sua função comunicativa, que o homem pode se apropriar das aquisições históricas da humanidade (...) que estão no seu mundo e nas grandes obras da cultura humana” (LEONTIEV apud BOSS et al, 2008, p. 2).

Podemos aceitar que os impactos do *Experimentum Crucis* na ciência o colocam, polêmica ou consensualmente, como uma obra da cultura científica de grande envergadura. Reproduzi-lo nos dias de hoje é uma oportunidade de fazer comunicar um pouco desta da cultura. Seré, Coelho e Dias (2002) nos lembram que nas atividades experimentais os alunos são incitados a comunicarem-se com o mundo de suas ideias e com o mundo das teorias, mediados pela linguagem que a experimentação proporciona, dando um “verdadeiro sentido ao mundo abstrato e

formal das linguagens” (op. cit, p. 39). Esta verdadeira articulação mundo real x mundo abstrato é particularmente rica de ser explorada nas aulas de óptica para alunos com deficiência visual. Cor e luz estão na linguagem, na cultura, presentes muito além da percepção visual; assim, a experimentação em óptica apresenta para estes alunos – e para os normovisuais – uma especial condição de “encontrarem-se” e “comunicarem-se” com as bases teóricas físicas que sustentam fenômenos que extravazam o mundo material e encontram ecos em quase toda atividade humana.

Multissensorialidade e deficiência visual

A multissensorialidade é um conceito que orienta a metodologia didática para o ensino inclusivo de pessoas com deficiência visual e também com outras dificuldades. Apresentada por Soler (1999), sustenta-se em evidências de diversas áreas que demonstram que as informações sensoriais que fazemos do mundo são, por essência, uma síntese complexa de todos os sentidos. “Todo o conhecimento é construído socialmente como resultado de uma complexa atividade de funções intelectuais (VIGOTSKI, 2001), tendo-se na multissensorialidade uma condição ontológica” (BIANCHI, RAMOS, BARBOSA-LIMA, 2016, p. 160).

Esta “condição ontológica” nos autoriza a lançar mão de um pressuposto: pessoas com deficiência visual, inclusive a cegueira congênita, podem aprender conceitos sobre luz, cor e fenômenos ópticos. A multissensorialidade é uma ferramenta importante para orientar a produção de materiais didáticos especializados e, ao mesmo tempo, ser útil para o aprendizado de normovisuais.

Em termos da combinação de informações sensoriais, este trabalho aplica a multissensorialidade ao encontro daquelas de origens táteis e visuais, mas que poderia muito bem se basear em informações sonoras, gustativas e olfativas. Assegura-nos esta afirmação pesquisas em psicologia neurocognitiva sobre sinestesia audiovisual associada às cores (GOLLER; WARD; OTTEN, 2009) e algumas montagens multissensoriais tátil-visual-gustativas também com cores (CAMARGO et. al, 2009).

Metodologia

Como construir um quadro tátil-visual de um diagrama famoso na história da ciência que, em sua essência, representa um experimento que revolucionou as noções de cores e de luz? A multissensorialidade é a base deste processo de planejamento e confecção, mas, quais os limites da representação tátil? Como diferenciar cada uma das cores de maneira precisa, artística e fisicamente coerente? Estas questões são pertinentes uma vez que a percepção tátil segue referenciais cognitivos diversos daqueles que estruturam a visão (HATWELL; STRERI; GENTAZ, 2000). Tendo como base um conjunto de pesquisas em torno dos desafios da montagem destes tipos de materiais (CAMARGO; NARDI, 2007; CAMARGO et. al, 2009, entre outros), bem como a partir da experiência prévia dos autores deste trabalho, destacamos algumas condições, que devem estar presentes no planejamento e na confecção deste e de outros materiais que trabalhem conceitos de luz e cor de maneira tátil-visual: 1) é preciso diferenciar todas as cores através de diferentes texturas e utilizando materiais com gramaturas, formatos e sequenciamentos diferentes; 2) as representações dos diferentes raios (ou ondas) de luz e cor precisam estar espaçadas, ou de alguma maneira seccionadas por algum elemento tátil específico, para que cada uma delas seja perfeitamente reconhecível e diferenciável entre si; 3) o material tátil-visual todo não deve ter

dimensões maiores que 50x50 cm² para garantir que durante o percurso tátil o aluno com deficiência visual consiga gerar uma imagem espacial mental efetiva.

Tendo em vista que o diagrama que utilizamos representa o fenômeno da dispersão cromática (ou refração prismática) a partir de informações visuais, as condições citadas acima trazem alguns problemas de ordem prático-metodológica, a saber: a partir da primeira condição, percebe-se a necessidade de elaborar uma estrutura lógica para representar analogicamente cada uma das cores. Esta estrutura deve, desde que possível, se orientar em informações físicas que não necessariamente estão contidas no diagrama original; a segunda condição conduz a uma alteração da *visualidade* do fenômeno. Isto é, para garantir o espaçamento ou diferenciação dos raios (ou ondas) de luz e cor, é necessário abdicar, por exemplo, da continuidade do espectro luminoso²; a última impõe restrições ao tamanho de qualquer material tátil-visual, bem como de seus elementos constituintes.

Materiais utilizados

Uma placa de papel pluma: 50x36 cm² (quadro); tiras de barbante branco; cola incolor para artesanato; dois primas triangulares equiláteros de acrílico com 3 cm de aresta; tintas acrílicas em oito cores: branco, vermelho, alaranjado, amarelo, verde, ciano, azul e violeta; spray de artesanato na cor preta; duas tiras de papel pluma com 36x1 cm²; estilete; régua de 30 cm e pincéis;

Para as texturas de cada cor, usamos, exceto para a cor branca, o conceito de *fotontátil*, uma construção semântica que sintetiza uma abordagem multissensorial da luz para representar a natureza da luz, o fóton. Este conceito foi criado e utilizado na Monografia de conclusão de curso de um dos autores (RAMOS, 2019). Para representar cada cor, usaremos diferentes granulados: vermelho (feijão azuki); alaranjado (miçanga rosca); amarelo (miçanga gota); verde (miçanga mini-rosca e fitilho); ciano (fitilho); azul (miçanga mini-rosca) e violeta (vidrilho).

Montagem

Riscamos no papel pluma de medidas 25x40 cm² o desenho escolhido do *Experimentum crucis*, com o feixe de luz branca incidindo no prisma da esquerda para a direita e os feixes dispersados saindo deste em sua face oposta. Aquele feixe branco foi composto de tiras de barbante. Com o prisma tendo um dos vértices para baixo, seguindo a conclusão de Newton que os raios violetas são os mais refrangíveis e os vermelhos, o oposto, os raios de luz do diagrama de Newton e de nosso quadro são, de cima para baixo: violeta, azul, ciano, verde, amarelo, alaranjado, amarelo e violeta. Procuramos garantir que a representação do violeta fosse, de fato, mais refratada ao passar e sair do prisma e a do vermelho, a menos.

As duas pranchas que Newton descreve foram representadas com as tiras de papel pluma de 30x1 cm², e os respectivos orifícios foram feitos com estilete como simples secções retas nestes papéis.

Colamos o sequenciamento de *fotontáteis*, depois passamos o spray preto, pintamos de cada cor e, por fim, colamos os prismas de acrílico. O *Experimentum crucis* de Newton multissensorial ficou assim (Figura 2):

2 A luz solar tem espectro contínuo, o que não é verdade para todas os tipos (fontes) de luz presentes em nossos dias.

Figura 2: O *Experimentum Crucis* de Newton multissensorial

Fonte: Autores (2020).

À guisa de conclusão

O quadro tátil-visual apresentado pode ser pensado como uma comunicação histórico-científica inclusiva pautada na aplicação da multissensorialidade, com o objetivo de inserir didaticamente um experimento histórico em óptica que mudou a ciência em seu tempo. Este quadro pode ser apresentado de maneira acessória à reprodução histórica do *Experimentum Crucis*, como um material que garanta a acessibilidade em museus de ciência (CARAÇA, 1997, apud JARDIM; GUERRA, 2017), como um potencializador da reconstrução do aparato instrumental (HEERING; HÖTTECKE, 2014) a partir de narrativas históricas (CHANG, 2011, apud JARDIM; GUERRA, op. cit), como um material didático para ambientes formais de ensino, entre outras formas de aplicação.

Propor para professores e pesquisadores a confecção de materiais tátil-visuais que representem experimentos históricos também é um dos objetivos deste trabalho. As práticas da inclusão social de alunos com deficiência visual em aulas de física não devem encontrar nenhuma restrição; é necessário repensar as práticas laboratoriais na formação de professores, é preciso inserir e adaptar inclusivamente experimentos científicos em turmas do ensino básico regular, é preciso em que museus de ciências proliferem mais projetos de acessibilidade na essência de suas instalações e exposições...o ambiente social de ensino-aprendizado deve se preparar para a diversidade, para o outro, para a sua especificidade, e não ao contrário, como se evidencia sob o paradigma exclusivista, em que o outro deve se adequar ao social. De certa maneira, uma versão multissensorial do *Experimentum Crucis* de Isaac Newton é uma releitura, dentre muitas que este experimento já teve, inclusive desde antes de Newton³, e revisitá-lo criativamente frente às necessidades educacionais do mundo de hoje. Esta proposta de releitura que fazemos hoje cabe bem sob à égide da perspectiva Ciência e Arte: encontros entre o tradicional e o revolucionário, entre o afetivo e o objetivo, entre as sensações e razão (ROOT-

3 Em Lohne (1968, p. 175), checar um interessante antecessor do *Experimentum Crucis* de Newton, não assim chamado, de certo, nas experiências do boêmio Marcus Marci (1595-1667)

BERNSTEIN et. al, 2011) são apostas que reposicionam as criações artísticas e científicas em sinergia. Uma necessidade de saberes que conduzam à ações transformativas na materialidade dos nossos tempos. A deficiência visual, neste aspecto, pode ser – e segundo nossa defesa, deve ser – objeto investigativo-criativo daqueles e daquelas que levam a perspectiva Ciência e Arte para ambientes de ensino, apontando saberes e práticas para transformações reais na realidade da educação brasileira.

Por fim, como quando d'um diálogo que pretende se estender e se espriar por múltiplos caminhos e inúmeros encontro de interlocutores, mas já é tarde, o tempo é curto, propomos que se continue conversando através de uma pergunta-elo para esta cadeia comunicativa: como contar multissensorialmente a história da ciência experimental de maneira artística e acessível às pessoas com deficiência visual? É por este novelo que seguimos fiando...

Agradecimentos

Os autores agradecem a Sofia Castro Hallais pelas discussões e sugestões feitas durante o trabalho.

Referências

BARROS, N. R.; SARAIVA, C. P.; SCHMIEDECKE, W. G. *O “experimento crucial” das cores de newton e algumas contribuições no processo de formação de professores de física*. Suzano: Revista Interfaces, ano 9, n. 5, jul. 2017. ISSN: 2176-5227.

BERNARDO, L. M. *História da luz e das cores*, v. 1. 2ª ed. Porto: Universidade do Porto, 2009.

BIANCHI, C; RAMOS, K.; BARBOSA-LIMA, M. C. *Conhecer as cores sem nunca tê-las visto*. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. Belo Horizonte, v. 18, n.1, p. 147-164, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180108>.

BOSS, S. L. B.; MIANUTTI J.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. *O uso de experimentos de física no início da educação fundamental: uma análise à luz da psicologia sócio-histórica*. Anais do XI EPEF, Curitiba, 2008.

CAMARGO, E. P. *Ensino de óptica para alunos cegos: possibilidade*. Curitiba: CPV, 2011.

CAMARGO, E. P.; BIM, C.; OLIVO, J. S.; FREIRE, R. F. H. *Disco de Newton multissensorial*. Física na Escola, v. 10, n. 2, 2009.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. *Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual*. Rev. Bras. de Ens. de Fís., v. 29, n. 1, 2007.

GRUSCHE, S. *Revealing the nature of the final image in Newton’s Experimentum Crucis*. Ame. J. of Physics, v 83, n. 7, jul., 2015, p. 583-589. <http://dx.doi.org/10.1119/1.4918598>.

GOLLER, A. I.; OTTEN, L. J.; WARD, J. *Seeing sounds and hearing colors: an event-related potencial study of auditory-visual synesthesia*. Norwich: J. of Cognit. Neuros., v. 10, n. 21, 2009, p. 1869-1881.

HATWELL, Y.; STRERI, A.; GENTAZ, E. *Toucher pour connaître*. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle. Collection: Psychologie et sciences de la pensée. Paris: Presses universitaires de France, 2000.

HEERING, P.; HÖTTECKE, D. *Historical-Investigative Approaches in Science Teaching*. In: MATTHEWS, M. R. (Org.). *Internacional handbook of research in history, philosophy and science teaching*. New York: Springer, 2014, p. 1473-1502.

HOLSTMARK, T. *Newton's Experimentum Crucis Reconsidered*. *Ame. J. of Physics*, v. 38, n. 10, out. 1970. p. 1229-1235.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. *Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência*. *Investigações em Ensino de Ciências*, v 22 (3), dez. 2017, p. 244-263.

LOHNE, J. A. *Experimentum Crucis*. *Notes and Records of the Royal Society of London*, v. 23, n. 2, dez., p. 169-199, 1968.

MARTINS, R. A.; SILVA, C. C. *As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica*. *Rev. Bras. de Ens. de Fís.*, v. 37, n. 4, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731817>.

RAIČIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. P.; ANGOTTI, J. A. P.; *Da instantia crucis ao experimento crucial: diferentes perspectivas na Filosofia e na ciência*. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22 (3), dez. 2017a, p.192-206. DOI:10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p192.

_____: *Análise da ilustração do experimentum crucis de Newton em materiais de divulgação científica*. *Física na Escola*, v. 15, n. 2, 2017.

RAMOS, K. S. *Ondas, cores e "fotontáteis" de luz: um quadro tátil para o ensino de óptica ondulatória para deficientes visuais*. 2019, p. 67. (Monografia, Licenciatura em Física) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

RIBEIRO, J. L. P. *"Sobre as cores" de Isaac Newton: uma tradução comentada*. *Rev. Bras. de Ens. de Fís.*, v. 39, n. 4, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0307>.

ROOT-BERNSTEIN, B.; SILER, T.; BROWN, A.; SNELSON, K. *ArtScience: Integrative Collaboration to Create a Sustainable Future*. *ISAST, Leonardo*, v. 44, 2011, p. 192.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. *A "Nova teoria sobre luz e cores" de Isaac Newton: uma tradução comentada*. *Rev. Bras. de Ens. de Fís.*, v. 18, n. 4, dez. 1996.

SOLER, M. A. *Didáctica multisensorial de las ciencias*. Barcelona, Ediciones Paidós, S. A., 1999.

VIGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. 7 ed, São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Linha 5

Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de Física

Apresentações Orais

Metodologias de pesquisa baseada em design; pesquisas voltadas ao planejamento, construção e avaliação de recursos e ambientes mediados por tecnologias (materiais multimídia e hipermídia, recursos audiovisuais, tecnologias digitais); ensino de Física à distância; tecnologia e o engajamento interativo no ensino de Física.

OBJETO DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (OAM) APLICADO A DISPOSITIVOS MÓVEIS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

MULTIMEDIA LEARNING OBJECT APPLIED TO MOBILE DEVICES: A PROPOSAL FOR SCIENCE TEACHING IN YOUTH AND ADULT EDUCATION

Geraldo Magella Barbosa de Oliveira¹, Michele Ueno Guimaraes²

¹Universidade Federal de Ouro Preto/Departamento de Física/profismagella@gmail.com

²Universidade Federal de Ouro Preto/Departamento de Física/micheleueno@ufop.edu.br

Resumo

Este trabalho é resultado de uma dissertação de mestrado, concluída em 2019. Um dos autores, atuando como professor de Física em turmas de EJA, percebeu que, além da semestralidade do curso, da defasagem escolar, tem-se ainda em Minas Gerais, uma redução da carga horária das disciplinas de Ciências da Natureza. Com isso, o tempo apresenta-se reduzido para realizar uma abordagem, ainda que elementar, dos principais conceitos. Com o propósito de desenvolver uma estratégia que fosse motivadora, ao ponto de minimizar as dificuldades do Ensino de Ciências na EJA, e ampliar as possibilidades no ensino-aprendizagem, foi desenvolvido um Produto Educacional (OAM) embasado na Aprendizagem Móvel. Esse produto Educacional foi elaborado à luz de estudos na área da Teoria da Carga Cognitiva e da Teoria da Aprendizagem Multimídia. A pesquisa foi referenciada por meio da Teoria da Difusão da Inovação. Após ser aplicado a alunos da Educação de Jovens e Adultos, verificou-se um aumento na motivação dos alunos, ao ponto de gerar um estímulo, no estudo antecipado do conteúdo trabalhado em sala de aula pelo pesquisador, além do incremento significativo alcançado nas concepções newtonianas.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Educação de Jovens e Adultos, Dispositivos Móveis, Aprendizagem Multimídia, *Mobile Learning*.

Abstract

This work is the result of a master, completed in 2019. One of the authors, acting as a physics teacher in EJA classes, realized that, besides the semester of the course, the school gap, there is also in Minas Gerais, a reduction of the workload of the Natural Sciences subjects. As a result, time is reduced to an approach, even elementary, of the main concepts. With the purpose of developing a motivating strategy, to the point of minimizing the difficulties of Science Teaching in EJA, and expanding the possibilities in teaching-learning, an Educational Product (OAM) based on Mobile Learning was developed. This Educational product was elaborated in the light of studies in the area of Cognitive Load Theory and Multimedia Learning Theory. The research was referenced through the Innovation Diffusion Theory. After being applied to students of Youth and Adult Education, there was an increase in student motivation, to the point of generating a stimulus in the study of the content

worked in the classroom by the researcher, in addition to the significant increase achieved in Newtonian conceptions.

Keywords: Science Education, Youth and Adult Education, Mobile Devices, Multimedia Learning, Mobile Learning.

Introdução

O crescimento do uso das tecnologias móveis e a disseminação da *internet*, dispositivos como: telefone celular, *smartphones*, *laptops*, *palmtops*, *tablets* e tecnologias de conexão sem fio possibilitaram que a comunicação, predominantemente estática do passado, atualmente aconteça com mobilidade total, em qualquer lugar e a qualquer hora. Com isso, a maneira como a sociedade recebe e compartilha informações, o modo como as pessoas vivem e se relacionam mudaram profundamente. A mobilidade ganha cada vez mais espaço, à medida que as pessoas percebem as potencialidades, e usam as facilidades das mídias móveis. O relativo baixo custo e a infinidade de aplicativos destes aparelhos permitem a comunicação e o compartilhamento de informações por voz, imagens, vídeos ou mesmo texto, de forma rápida e segura.

De acordo com Saccol *et al.* (2011), é totalmente possível utilizar a tecnologia móvel. Os recursos permitem a interação entre alunos e professores, diversificando as possibilidades. A tecnologia móvel pode ainda proporcionar uma grande mudança no processo de ensino-aprendizagem, transformando a sala de aula tradicional. Ela passa a incorporar um novo formato, por permitir que o aluno acesse o conteúdo que deseja, no lugar em que está, e no momento em que necessita. A pesquisa trata-se de uma investigação no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Foi desenvolvida em um Programa de Mestrado Profissional, logo era necessário um produto final, ao qual denominamos Objeto de Aprendizagem Multimídia (OAM), como requisito parcial à obtenção do título.

Desenvolvimento do produto (OAM)

O produto escolhido, embora seja um material impresso, como nos Livros Didáticos comuns, foi desenvolvido para facilitar o acesso do aluno ao texto, à medida que os conceitos foram sendo trabalhados, a conteúdos hipermídia em pontos estratégicos e pré-determinados pelo autor, por meio de *QR Code*, sigla em inglês de *Quick Response Code*, ou Código de Resposta Rápida. A abordagem dos conceitos ao longo do texto no OAM, foi pensada de maneira a incentivar essa complementação do texto, por recursos multimídias. Complementam ainda o material, gráficos, figuras e ilustrações em 3D e em alta definição, conforme a situação. Óculos para visão em 3D foram confeccionados pelos próprios alunos, para visualização de imagens no material.

O assunto escolhido para o desenvolvimento do OAM foi determinado entre aqueles em que os alunos já haviam estudado nos 1º e/ou 2º períodos da EJA, no caso, foi feita a escolha pelos conceitos relacionados à Dinâmica, mais especificamente força e movimento, inércia, força de atrito, princípio da inércia e primeira lei de Newton. A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de março e julho de 2018. O conteúdo trabalhado está em acordo com o Plano de Ensino anual, elaborado em conformidade com a readequação do Currículo Básico Comum (CBC),

adaptado às normas dispostas pela Resolução SEE/MG 2030, de 25 de janeiro de 2012.

Atualmente, o processo de ensino-aprendizagem, utilizando-se de recursos multimídia, constitui uma das mais profundas mudanças resultantes dos processos de inovação impostas à Educação. Essa mudança de paradigma no processo de inovação, em termos de recursos educacionais, gerou um aumento e a diversificação de produtos de natureza digital, no entanto, conforme Mayer e Moreno (2002), ela não tem sido acompanhada de um aprimoramento desses recursos, para que possam promover uma aprendizagem efetiva. Neste sentido, para formar uma boa estrutura cognitiva nos alunos com a utilização de OAM, faz-se necessário o conhecimento das teorias e resultados das pesquisas relacionadas ao assunto. Para embasar fundamentalmente o produto, foi utilizada a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, fruto de pesquisas realizadas por Mayer e Moreno (2002 e 2003), propondo a integração das teorias da Carga Cognitiva de Sweller (1999, 2003).

Segundo Mayer e Moreno (2003), frequentemente o sujeito é confrontado com informações em diferentes formatos: som, texto, imagens, gráficos, animações. Essa combinação de informações pode provocar uma sobrecarga cognitiva, quando o volume da carga é superior à capacidade de compreensão humana. Essa sobrecarga cognitiva pode provocar um processo de desorientação e de desestímulo no aluno.

Deste modo, ao utilizarmos recursos multimídia, devemos buscar um equilíbrio da carga cognitiva, para que o processo de ensino-aprendizagem seja mais eficiente, uma vez que a capacidade de processamento mental é limitada. Partindo desses pressupostos, Mayer e Moreno (2002) desenvolveram um conjunto de diretrizes aplicáveis ao desenvolvimento de produtos educacionais, suportados por recursos multimídia. Desses, os 6 (seis) princípios abaixo relacionados, foram utilizados no desenvolvimento do OAM:

1. **Contiguidade:** as animações e as narrações devem ser apresentadas de maneira complementar e contígua.
2. **Coerência:** os elementos como palavras, imagens ou sons estranhos ou desnecessários devem ser eliminados, pois entram em competição com o conteúdo relevante aos canais de processamento cognitivo.
3. **Modalidade:** a apresentação de animações e textos escritos de maneira concomitante deve ser evitada, pois podem sobrecarregar a memória de processamento visual.
4. **Redundância:** deve-se evitar a inclusão de texto escrito, junto a uma animação narrada, que poderão impactar negativamente na aprendizagem.
5. **Multimídia:** as animações narradas são mais efetivas para a aprendizagem, do que apenas narrações.
6. **Diferenças individuais:** indivíduos, com maior nível de conhecimento e com maior grau de concentração espacial, possuem maiores condições de organização e de processamento da informação.

Com base nos princípios estabelecidos, realizaram-se pesquisas diretamente na *internet*, a fim de buscar os recursos multimídia que foram incorporados ao OAM. Nesse ponto, houve uma preferência por materiais de acesso livre e aberto, e deste modo, foi feita uma categorização dos objetos multimídias incorporados ao OAM de acordo com a TCAM.

Referencial teórico

Como fundamento da pesquisa, considerou-se o OAM como uma inovação dentro da estratégia do *mobile learning*. Devido às grandes possibilidades dos Dispositivos Móveis, quase que ininterruptamente conectados à *internet*, representarem uma grande vantagem sobre a prática pedagógica tradicional (SACCOL *et al.*, 2011 e SCHLEMMER *et al.*, 2007). Deste modo, torna-se relevante compreender como esta inovação pode ser vista dentro do contexto da sala de aula, e principalmente, como ela pode ser difundida.

A fim de analisar a percepção do usuário final, optou-se pelo instrumento Pesquisa de Satisfação, aplicada imediatamente após o trabalho com o OAM. Por meio dele, avaliou-se o potencial de inovação, apoiando-se nos estudos de Rogers (2003), mais precisamente em sua obra intitulada Teoria da Difusão da Inovação.

Sua teoria, também conhecida como curva de adoção, pode ser usada para explicar por que algumas pessoas adquirem novos produtos ou adotam novos comportamentos antes de outros. Ao desenvolver a teoria, Rogers (2003) descobriu que normalmente os indivíduos em uma sociedade, podem ser divididos e classificados em cinco perfis de grupos, de acordo com tempo que demoram a aderir a uma inovação ou em adquirir um produto: os inovadores, os adotantes iniciais, a maioria inicial, a maioria tardia e os retardatários. Os dois primeiros perfis são os mais importantes, pois ao aprovarem uma inovação, eles permitem transpor o abismo, para que o novo produto ou inovação chegue aos demais perfis.

O abismo é o ponto que separa as pessoas que costumam aderir a um novo produto mais rapidamente, daquelas mais conservadoras e, por isso mesmo, pouco susceptíveis às mudanças. Nesse sentido, usar estratégias de comunicação e disseminação adequadas é muito importante para que a inovação ou novo produto ganhe escalabilidade, uma vez que os perfis de maioria inicial e maioria tardia são a fase onde ocorre a aceleração na taxa de adoção, pois essa parcela de perfis representa 2/3 (dois terços) da população.

Portanto, esse estudo de Rogers (2003), apresenta bases sólidas para ajudar a explicar como o OAM, desenvolvido tendo como base o *mobile learning*, pode ser adotado e difundido dentro da realidade da Educação de Jovens e Adultos. Quatro são as teorias discutidas por Rogers, a saber: o processo da decisão da inovação, a postura inovadora individual, a taxa de adoção e os atributos inerentes à inovação.

Segundo Rogers (2003), ao analisar uma inovação, o adotante primeiramente toma conhecimento da inovação, para formar uma atitude, em relação a ela. Caso essa atitude seja negativa, a inovação será rejeitada, e, sendo positiva, o indivíduo buscará testar esta inovação. Posteriormente, ele avaliará a inovação, para decidir se continuará a usá-la ou não. A atitude é particularmente influenciada pela forma como o indivíduo percebe um conjunto de atributos inerentes à inovação. Esses atributos são: a Vantagem Relativa, a Compatibilidade, a Complexidade, a Experimentabilidade e a Observabilidade. Eles são determinantes na tomada de decisão em aceitar ou não uma inovação.

Metodologia desenvolvida na pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com 10 (dez) alunos voluntários, entre os 20 (vinte) alunos que compreendiam a turma de 3º EJA, e que podiam chegar à escola um pouco mais cedo, às 18:00 horas, para não atrapalhar o andamento normal da disciplina dada pelo professor responsável pela turma.

Inicialmente, foi aplicado um questionário a todos os alunos da respectiva turma, 20 (vinte) alunos, afim de se conhecer os diversos aspectos relacionados ao uso de celulares, acesso à *internet*, leitura e uso do LD, motivação para leitura espontânea do conteúdo antes de ser trabalhado em sala.

Anteriormente ao uso do OAM, foi aplicado um pré-teste, de modo a conhecer as concepções iniciais sobre o assunto.

Em seguida, foram realizados 4 (quatro) encontros com os alunos voluntários para trabalhar com o OAM.

Após o trabalho com o material, foi aplicado um pós-teste, relacionado ao assunto trabalhado com os alunos.

A coleta de dados se encerrou com a aplicação de um questionário final, ao qual foi chamado de Pesquisa de Satisfação, cujo objetivo foi o de medir o grau de interesse e motivação despertado pelo OAM.

Apresentação e análise dos dados

A Pesquisa de Satisfação consta de 10 questões, cujos resultados podem ser observados no gráfico abaixo, no eixo das ordenadas, os valores representam a porcentagem (%) das respostas dos alunos. Nessa fase de apresentação e análise dos resultados utilizaremos a teoria dos Atributos Percebidos. Ao realizarmos uma análise em termos percentuais das respostas e, levando-se em contas esses atributos, pudemos avaliar a potencialidade, ou não, de o produto desenvolvido ser adotado futuramente.

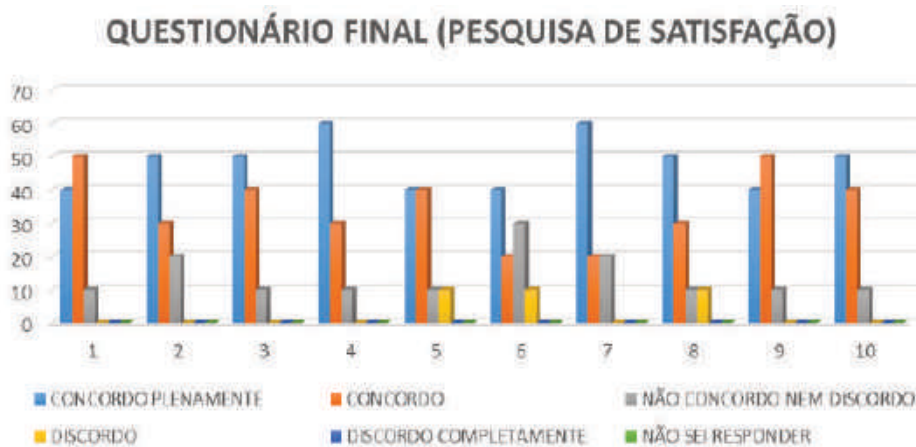


Gráfico 02 – Tabulação Questionário Final de Pesquisa

A primeira questão da Pesquisa de Satisfação teve a proposta de investigar se o aluno se sentiu MOTIVADO, em utilizar o Material Didático, aplicado a Dispositivos Móveis. Esta era uma questão crucial em relação à percepção geral do aluno em relação ao produto, como resultado, 90% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE como motivados.

Na questão 2, investigamos se o aluno se sentiu ESTIMULADO a estudar o material antecipadamente à matéria, que seria trabalhada em sala pelo pesquisador. Nossa hipótese era de que, quanto mais estimulado o aluno para, espontaneamente, estudar em casa antecipadamente o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula, maior a possibilidade de sucesso na aprendizagem, quando da abordagem dos conceitos em sala de aula. Como resultado, 80% dos alunos, potenciais adotantes,

indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE, como estimulados a estudar o conteúdo antecipadamente.

A questão 3 investigou a experiência do aluno, ao utilizar o produto em relação aos recursos multimídias, como as atividades, os experimentos, os vídeos, as fotos 3D e em alta resolução e o simulador que estavam vinculados ao material. Essa questão está diretamente relacionada ao atributo inerente à inovação chamado de Experimentabilidade, que se refere ao grau com que a inovação pode ser experimentada minimamente pelos seus potenciais adotantes, antes da decisão final de adoção. A possibilidade de testar a inovação é uma forma de torná-la significativa para o indivíduo, para que ele possa descobrir como ela funciona, e como ela pode adaptar-se de acordo às suas necessidades. Como resultado, 90% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE como sendo positiva a experiência com o OAM.

A questão 4 da Pesquisa de Satisfação investigou se os recursos multimídias vinculados ao material foram IMPORTANTES para seu entendimento do conteúdo trabalhado. Como resultado, 90% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE que eles foram importantes, o que nos remete ao atributo Vantagem Relativa. Neste caso, o aluno implicitamente avaliou a inovação como melhor do que a ideia anterior, ou seja, ela certamente foi vista como sendo superior ou melhor que outros serviços, produtos ou ideia já existentes, como no caso do Livro Didático comum.

Buscando investigar se o aluno encontrou FACILIDADE para instalar o aplicativo leitor de QR CODE em seu *smartphone*, e ainda, se o aluno encontrou FACILIDADE em usar o seu *smartphone* para acessar os conteúdos multimídias, foram propostas, respectivamente, as questões 5 e 6. Nelas, encontramos nossa primeira percepção mais negativa, porém com apenas 10% dos participantes discordando da questão. Segundo Rogers (2003), dependendo do grau, essa insatisfação poderia levar a rejeição da inovação, no caso, do nosso produto desenvolvido. Ainda assim, ao avaliarmos os resultados, podemos notar que 80% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE que encontraram FACILIDADE para instalar o aplicativo leitor de QR CODE em seu *smartphone*. Desta maneira, a percepção negativa verificada pode ser associada às chamadas Diferenças Individuais, onde indivíduos, com maior nível de conhecimento e com maior grau de concentração espacial, possuem maiores condições de organização e de processamento da informação, e vice-versa, sustentados por Sweller (2003).

A questão número 7 da Pesquisa de Satisfação investigou a percepção dos alunos, se o material teria instruções CLARAS E OBJETIVAS. Essa foi uma questão importante, pois o atributo Complexidade está diretamente relacionado ao grau com que a inovação é percebida, sendo fácil ou difícil de entender e utilizada pelos seus potenciais adotantes. Rogers (2003) a considera como fundamental para a adoção da inovação. Como resultado, 80% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE, com a clareza e objetividade no funcionamento do OAM.

A questão 8 tratou da percepção dos alunos sobre as características gerais do material, ou seja, a qualidade gráfica, se o material seria visualmente ATRAENTE. Como resultado, 80% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE que o material seria visualmente atraente, o que nos remete ao atributo Vantagem Relativa. Neste caso, o aluno implicitamente avaliou a inovação como melhor do que a ideia anterior, ou

seja, ela certamente foi vista como sendo superior ou melhor que outros serviços, produtos ou ideia já existentes, como no caso do Livro Didático comum.

A questão 9 investigou a percepção dos alunos sobre a compreensão do conteúdo, trazido pelo material. Como resultado, 90% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE em relação à compreensão do conteúdo. O atributo relacionando a essa questão é a Compatibilidade, ou seja, o grau com que a inovação é percebida, sendo consistente e coerente com valores existentes, experiências passadas e as necessidades dos potenciais adotantes. A compreensão de um texto é uma característica fundamental, o que permitiu a comparação ao que até então usavam, no caso, os Livros Didáticos.

Finalmente, a questão 10 investigou se os alunos recomendariam o uso do material para seus colegas e/ou professores utilizarem na escola. É a questão síntese da avaliação do produto. Novamente, como resultado, 90% dos alunos, potenciais adotantes, indicaram como CONCORDANDO ou CONCORDANDO PLENAMENTE em recomendar o uso do material. Podemos relacionar o atributo Observabilidade a essa importante questão. Este atributo indica o grau com que os resultados positivos da inovação são visíveis para os potenciais adotantes.

A partir da análise dos dados do Questionário Final (Pesquisa de Satisfação), podemos concluir que no Objeto de Aprendizagem Multimídia estão englobados todos os atributos inerentes à inovação, segundo Rogers (2003). Por esse motivo podemos afirmar com segurança, que o OAM desenvolvido possui a potencialidade de modificar a atitude daqueles que o utilizaram, influenciando de forma positiva o indivíduo, de modo a leva-lo a adotar a inovação.

Considerações finais

Um primeiro ponto a destacar é que o OAM foi construído para ser um suporte ao professor em sala de aula, principalmente em relação à motivação do aluno, para estudar antecipadamente o conteúdo a ser trabalhado. Deste modo, a prática pedagógica e a experiência do professor em construir seu plano de aula e realizar as intervenções didáticas, bem como em conduzir uma discussão dialógica, sobretudo por meio das construções propostas no material numa abordagem investigativa, são essenciais e indispensáveis para o sucesso do ensino-aprendizagem. Obviamente o OAM não foi desenvolvido e pensado como um único e suficiente recurso, capaz por si só, de produzir os resultados que foram apresentados e discutidos neste trabalho.

O produto desenvolvido mostrou-se extremamente satisfatório, o que permite afirmar que sua utilização em sala de aula é possível, no entanto, ficou em aberto a necessidade de se investigar, ainda, o grau de sucesso dessa aplicação em larga escala. Outra questão em aberto repousa na necessidade de uma avaliação quantitativa na Mudança Conceitual produzida nos alunos, sujeitos participantes, em relação ao conteúdo, uma vez que esse não era objetivo primário desta pesquisa.

Referências

BADDELEY, Alan David. **Human Memory**. Boston: Allen and Bacon, 1999.

BADDELEY, Alan David. **Working memory: the interface between memory and cognition**. Cognitive Neuroscience: A Reader. Oxford: Blackwell Publishers Ltd., 2000.

BENTO, Maria Cristina Marcelino; CAVALCANTE, Rafaela dos Santos (org.). Tecnologias Móveis em Educação: o uso do celular na sala de aula. **ECCOM**, v. 4, n. 7, jan./jun. 2013.

DI PIERRO, Maria Clara. Um balanço da evolução recente da educação de jovens e adultos no Brasil. **Alfabetização & cidadania**, São Paulo, v. 17, p.11-23, 2004.

ESPÍNDOLA, Karen. **A pedagogia de projetos como estratégia de ensino para alunos da educação de jovens e adultos**: em busca de uma aprendizagem significativa em Física. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FERREIRA, Maria Eduarda Pereira da Costa. **Jovens, Telemóveis e Escola**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Sistemas de e-Learning) - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2009.

MAYER, Richard; MORENO, Roxana. Aids to computer-based multimedia learning. **Learning and Instruction**, California, v. 12, p. 107-119, 2002.

MAYER, Richard; MORENO, Roxana. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. **Educational Psychologist**, California: Lawrence Erlbaum Associates, 2003.

PAIVIO, Allan. **Mental representations: a dual coding approach**. England: Oxford University Press, 1986.

PAIVIO, Allan. Dual Coding Theory and Education. **Educational Psychology Review**, Ontário, v. 3, n. 3, 1991.

ROGERS, Everett Mitchell. **Diffusion of innovations**. 5. ed. New York: The Free Press, 2003.

SACCOL, Amarolinda; SCHLEMMER, Eliane; BARBOSA, Jorge. **Mobile learning e u-learning**: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SCHLEMMER, Eliane; BARBOSA, Jorge; REINHARD, Nicolau. Mobile learning ou Aprendizagem com Mobilidade: Casos no contexto Brasileiro. **Colloquium Exactarum**, Presidente Prudente, v. 5, n. Especial, p. 59-65, 2013

SWELLER, John. **Instructional design in technical areas**. Camberwell: Australian Council for Educational Research, 1999

SWELLER, John. **Cognitive Load Theory: A Special Issue of educational Psychologist**. Camberwell: LEA, 2003.

RECURSOS TECNOLÓGICOS EM QUESTÕES DE FÍSICA DO ENEM

TECHNOLOGICAL RESOURCES IN ENEM PHYSICS ITEMS

Lucas Mateus Ishihara de Oliveira¹, Maria Ines Martins²

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/lucasmishihara@gmail.com

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/ines@pucminas.br

Resumo

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem sido bastante estudado por ser o segundo maior exame do gênero no mundo, superado apenas em número de candidatas para o equivalente chinês GAOKAO. A presente pesquisa identifica, caracteriza e analisa os recursos tecnológicos (RT) usados nas questões de Física do ENEM, entre 2009 e 2018. Foram identificadas com RT, 94 (48,2%) em 195 questões, distribuídas nas seguintes categorias, construídas a posteriori, na perspectiva da análise de conteúdo de Laurence Bardin: Meios de transporte (13,8%); Componentes elétricos (17,0%); Dispositivos de comunicação (13,8%); Dispositivos mecânicos (6,4%); Dispositivos de segurança (4,3%); Dispositivos ópticos (6,4%); Dispositivos térmicos (6,4%); Eletrodomésticos (18,1%); Fontes de energia (8,5%); Novos (as) matérias / tecnologias (5,3%). Observa-se que o ENEM utiliza nas questões de Física RT em diversas áreas, sendo coerente com documentos orientadores legais (DCNEB e BNCC), que propõem uma educação básica formadora de cidadãos aptos a entender os mecanismos dos objetos usuais no seu cotidiano. Entende-se, portanto, como relevante a apropriação docente e discente sobre o uso de RT no ENEM.

Palavras-chave: ENEM, Recursos Tecnológicos, Ensino de Física

Abstract

The National High School Exam (ENEM) has been widely studied as the second largest exam of its kind in the world, surpassed only by the number of candidates for its Chinese equivalent known GAOKAO. This research identifies, characterizes and analyzes the technological resources (RT) used in ENEM Physics questions that were applied between 2009 and 2018. We identified with RT that 94 (48.2%) in 195 questions were distributed in the following categories built a posteriori from the perspective of Bardin's content analysis: Means of transport (13.8%); Electrical components (17.0%); Communication devices (13.8%); Mechanical devices (6.4%); Safety devices (4.3%); Optical devices (6.4%); Thermal devices (6.4%); Home appliances (18.1%); Energy sources (8.5%); New materials / technologies (5.3%). It is observed that ENEM uses RT in Physics items in several areas, being consistent with legal guiding documents (DCNEB and BNCC), which propose to educate citizens able to understand the mechanisms of the usual objects in their daily lives. Therefore, it is understood as being relevant in the teaching and the student appropriation about the use of RT in ENEM.

Keywords: ENEM, Technological Resources, Physics Teaching

Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem sido bastante estudado por ser o segundo maior exame do gênero no mundo, superado apenas em número de candidatos para o equivalente chinês GAOKAO. Em particular, Silva & Kawamura (2018) entendem que tais estudos impactam a pesquisa em Ensino de Física. Os autores identificam três focos principais de atenção, relativos à análise dos itens da prova, à proposta do exame e às suas dimensões políticas. Observa-se que as pesquisas inicialmente analíticas superam ao longo do tempo aspectos essencialmente pedagógicos.

Com a reestruturação de 2009, o ENEM, além da redação, passa de 63 questões gerais para 180 questões, distribuídas em 4 áreas de conhecimento incorporando o termo “e suas Tecnologias”, contempladas em vários ordenamentos legais, tais como as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, DCNEB (BRASIL, 2013) e Base Nacional Comum Curricular, BNCC (BRASIL, 2018).

Ao reconhecer a importância e as facilidades que a tecnologia oferece na contemporaneidade, a presente pesquisa focaliza os recursos tecnológicos (RT), os quais são identificados, caracterizados e analisados nas questões de Física do ENEM. Para atender a esse propósito, foram selecionadas as questões de Física das provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, das edições do Exame, após a sua reestruturação, entre 2009 e 2018. As edições do Exame estão disponíveis no site do MEC (<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>).

Em relação às Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) vários estudos foram realizados, observando o ensino de Física. Há textos de revisão e levantamento do estado da arte [Araujo & Veit (2004); Martins & Garcia (2011), Leão & Souto (2015)], há artigos sobre concepções e perspectivas do uso das tecnologias no ensino de Física [Rangel, Santos e Ribeiro (2012); Oliveira, Ferreira e Mill (2016)] e há pesquisas sobre questões específicas de uso de tecnologias no ensino de Física [Veronez et al. (2015); Santos & Dickman (2019)].

A presente pesquisa reflete sobre o uso de RT nas questões de Física do maior exame de larga escala brasileiro, o qual tem influenciado muito os currículos escolares. Entende-se que esse mapeamento dos recursos tecnológicos utilizados nas questões do ENEM potencializa a compreensão do escopo e da complexidade da Prova, auxiliando docentes e discentes no ensino aprendizagem de Física.

Desenvolvimento

Assume-se um recurso tecnológico (RT) como um meio que se vale da tecnologia para cumprir seu propósito. Os RT tangíveis das questões de Física do ENEM foram considerados como objeto de estudo da pesquisa. Nessa perspectiva, foram localizadas 94 (noventa e quatro) questões, em 13 (treze) aplicações do ENEM, entre 2009 e 2018, considerando como referência o caderno azul.

Os RT encontrados foram analisados por questão, através da análise de conteúdo de Bardin (2016), sendo que cada item foi considerado como uma unidade de registro. Os recursos foram analisados e consolidados nas seguintes categorias, estabelecidas a posteriori: 1) Meios de transporte; 2) Componentes elétricos; 3) Dispositivos de comunicação; 4) Dispositivos mecânicos; 5) Dispositivos de segurança; 6) Dispositivos ópticos; 7) Dispositivos térmicos; 8) Eletrodomésticos; 9)

Fontes de energia; 10) Novos (as) matérias / tecnologias. O entendimento de cada categoria e as respectivas questões constam dos Quadros de 1 a 10.

Meios de Transporte: foram considerados os dispositivos com a capacidade de se locomover e/ou transportar pessoas. Foram treze questões (Quadro 1).

Quadro 1 – Questões na categoria Meios de Transporte

Ano	Aplicação	Questão	Recurso Tecnológico
2009	Primeira	17	Trem bala
2010	Primeira	48	Carro
2012	Primeira	60	Metro
2013	Primeira	52	Avião
	Primeira	87	Avião
2015	Primeira	49	Carro solar
2016	Primeira	49	Ambulância
	Primeira	63	Carro
2017	Primeira	131	Carro/celular
	Segunda	101	Barco
2018	Primeira	103	Carro
	Primeira	122	Carro
	Segunda	100	Carro

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 1 mostra, de um lado, meios de transporte utilizados no cotidiano de determinada população (carro, metrô e barco) e, por outro lado, o trem bala, um transporte que não faz parte do cotidiano dos brasileiros. Sete itens envolvem carro, dois aviões, um barco, um metrô e um trem bala. O conteúdo mais abordado foi a cinemática, embora circuito elétrico e ondas também tenham sido contemplados.

Componentes Elétricos: São componentes que integram um circuito elétrico (fonte, resistência, fusível, interruptor). Foram encontradas 16 questões (Quadro 2).

Quadro 2 – Questões na categoria Componentes Elétricos

Ano	Aplicação	Questão	Recurso Utilizado
2011	Primeira	70	Lâmpada/pilha
2012	Primeira	73	Lâmpada/interruptor
2013	Primeira	79	Lâmpada/interruptor/pilha
	Primeira	83	Termômetro
2014	Primeira	57	Lâmpada/gerador/interruptor
2015	Primeira	68	Lâmpada/tomada/interruptor
2016	Primeira	74	Lâmpada
	Primeira	51	Capacitor
2017	Primeira	93	Dispositivos eletrônicos
	Primeira	110	Fusível
	Segunda	118	Bateria
	Segunda	129	Lâmpada/pilha
	Segunda	132	Bateria
2018	Primeira	108	Resistor
	Segunda	121	Circuitos elétricos residenciais
	Segunda	135	Bateria

Fonte: Dados da pesquisa

Percebe-se que os itens envolvem o conhecimento de circuito elétrico (Série e paralelo) e lei de ohm. Usa-se a modelagem de circuitos utilizados em casas nas lâmpadas, aparelhos elétricos ou envolvendo circuitos alimentados por baterias.

Dispositivos de Comunicação: São dispositivos capazes de emitir ou receber alguma informação. Foram encontradas treze questões (Quadro 3).

Quadro 3 – Questões na categoria Dispositivos de Comunicação

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2009	Primeira	31	Celular
2010	Primeira	78	Celular
2011	Primeira	56	Guitarra elétrica
	Primeira	67	Satélite
2015	Primeira	88	Celular
2016	Primeira	55	Autofalante
	Segunda	61	Eletrocardiograma
2017	Segunda	107	Osciloscópio
2018	Primeira	97	Etiqueta RFID
	Primeira	112	Celular
	Primeira	120	Alto-falante
	Segunda	91	Celular
	Segunda	101	Fones de ouvido

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 3 apresenta cinco itens envolvendo celular, dois com autofalantes, um com satélite, um com eletrocardiograma, um com osciloscópio, um com guitarra elétrica, um com etiqueta RFID e um com fone de ouvido. Os conteúdos mais abordados estão relacionados com ondas: frequência, fase, comprimento de onda, amplitude, ressonância, Intensidade e polarização.

Dispositivos Mecânicos: São dispositivos que realizam ou são submetidos ao esforço mecânico. Nesta categoria foram encontradas seis questões (Quadro 4).

Quadro 4 – Questões na categoria Dispositivos Mecânicos

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2012	Primeira	67	Ducha
2013	Primeira	61	Elevador hidráulico
	Primeira	85	Dispositivo para abrir porta.
2014	Primeira	55	Ducha
2016	Primeira	66	Engrenagens
2018	Segunda	105	Encanamento residencial

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 4 discrimina três questões com duchas e encanamento, um item com elevador hidráulico e um com dispositivo para abrir porta. Uma questão trabalha frequência com engrenagens. As questões de duchas e encanamento trabalham pressão e vazão volumétrica. Uma questão do elevador hidráulico trabalha força e pressão. E, finalmente, o dispositivo de abrir a porta, o faz através de uma corrente elétrica, gerando uma força magnética, acionando um sistema de mola.

Dispositivos de Segurança: São equipamentos projetados para evitar acidentes e proteger de alguma ameaça. Foram encontradas 4 questões (Quadro 5).

Quadro 5 – Questões na categoria Dispositivos de Segurança

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2012	Primeira	78	Freios ABS
2014	Primeira	76	Alarme
2017	Primeira	99	Cinto de segurança
	Primeira	129	Cerca elétrica

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 5 indica uma questão sobre freio ABS, com análise gráfica da força de atrito versus pressão do pedal de freio. Outra questão envolve um teste de diversos cintos de segurança, constando uma análise gráfica da desaceleração em função do tempo. Há uma questão sobre alarme, com ondas eletromagnéticas na faixa do infravermelho, captadas por um sensor. Consta ainda uma questão com uma cerca elétrica, requerendo a lei de ohm e envolvendo um corpo humano.

Dispositivos Ópticos: São dispositivos que utilizam as leis físicas da óptica. Nesta categoria foram encontradas seis questões (Quadro 6).

Quadro 6 – Questões na categoria Dispositivos Óticos

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2009	Primeira	27	Telescópio
2014	Primeira	50	Câmera
2016	Segunda	67	Óculos
2017	Primeira	103	Fibra-óptica
	Segunda	98	Telescópio
2018	Primeira	125	Prisma

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 6 apresenta duas questões com telescópio, uma usa a resolução da imagem (com o próprio mecanismo) e outra o utiliza como um objeto no espaço, envolvendo as Leis de Kepler. Uma questão usa o filtro de luz em uma câmera, realizando a correção de cores. Há uma questão de lentes polarizadoras sobre o ofuscamento de raios refletidos por poças de água. Outro item utiliza um gráfico para representar a perda de intensidade na fibra-óptica versus o comprimento de onda. Há, ainda, uma questão do prisma óptico que trabalha refração de um feixe de luz.

Dispositivos Térmicos: São dispositivos capazes de “realizar trabalho” através do calor ou conservar grande parte do calor. São seis questões (Quadro 7).

Quadro 7 – Questões na categoria Dispositivos Térmicos

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2011	Primeira	66	Motor a combustão
2012	Primeira	83	Motor a combustão
2015	Primeira	65	Garrafa térmica
	Primeira	79	Motor a combustão
2016	Segunda	69	Motor a combustão
2017	Segunda	121	Motor a combustão

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 7 discrimina cinco questões envolvendo motor a combustão, aplicando o conteúdo de Termologia e uma questão com uma garrafa térmica, abordando troca de calor e eficiência.

Eletrodomésticos: São os aparelhos elétricos utilizados em casa. Nesta categoria foram encontradas dezessete questões (Quadro 8).

Quadro 8 – Questões na categoria Eletrodomésticos

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2009	Primeira	18	Ar-condicionado
	Primeira	19	Vários aparelhos
	Primeira	39	Geladeira
2010	Primeira	52	Micro-ondas
	Primeira	70	Torneira elétrica
2011	Primeira	60	Chuveiro elétrico
2013	Primeira	72	Geladeira
	Primeira	75	Chuveiro-elétrico
2014	Primeira	84	Rádio/Tv
2015	Primeira	63	Geladeira
2016	Primeira	86	Micro-ondas
	Segunda	48	Ar-condicionado
	Segunda	57	Chuveiro elétrico
2017	Primeira	127	Chuveiro elétrico
	Segunda	91	Rádio
	Segunda	112	Chuveiro elétrico
2018	Primeira	115	Vários aparelhos

Fonte: Dados da pesquisa

No Quadro 8 observam-se cinco questões com chuveiro elétrico, duas com ar-condicionado, duas com geladeira, duas com micro-ondas, uma com torneira elétrica, uma com rádio, uma com televisão e duas com vários eletrodomésticos. As questões de chuveiro elétrico e torneira elétrica abordam potência elétrica, resistência e corrente. Os itens com ar-condicionado e geladeira usam terminologia e hidrostática. As questões de micro-ondas abordam eficiência e um teste para comprovar a natureza ondulatória. Os itens de rádio e televisão envolvem os conceitos de ondas. Por fim, nas questões com vários eletrodomésticos, uma trabalha uma análise da potência em um circuito elétrico em uma residência e a outra solicita um comparativo com vários eletrodomésticos.

Fontes de Energia: Foram encontradas oito questões (Quadro 9).

Quadro 9 – Questões na categoria Fontes de Energia

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2009	Primeira	35	Aquecedor solar
2012	Primeira	61	Lâmpada
2013	Primeira	89	Aquecedor solar
2016	Primeira	54	Usina de geração de energia
	Segunda	89	Lâmpada
2017	Primeira	101	Lâmpada
	Segunda	110	Lâmpada
	Segunda	124	Aquecedor solar

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 9 apresenta quatro questões com lâmpadas, duas com usinas e duas com aquecedores solar. As questões envolvem várias formas de energia.

Novos Materiais / Novas Tecnologias: São materiais criados artificialmente pelos cientistas ou novas tecnologias aplicadas. São cinco questões (Quadro 10).

Quadro 10 – Questões na categoria Novos Materiais / Novas Tecnologias

Ano	Aplicação	Questão	Recurso utilizado
2010	Primeira	84	Metamaterial
2011	Primeira	74	Tecnologia sonar
2016	Primeira	88	Magnetohipertermia
2017	Primeira	107	Depilação a laser
2018	Segunda	120	Ultrassonografia

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 10 identifica uma questão que aborda o primeiro metamaterial produzido com índice de refração negativo em relação a luz visível. Outra questão aborda a tecnologia Sonar (Sound Navigation and Ranging) utilizada para gerar imagens através das ondas sonoras. Outro item menciona uma tecnologia que utiliza nano-partículas e um campo magnético para aquecer uma célula afetada pelo tumor. Há ainda uma questão que envolve a depilação a laser, que mostra um gráfico da absorção da Melanina, Oxi-hemoglobina e Água em função do comprimento de onda emitido. E, por fim, há uma questão sobre um aparelho de ultrassonografia, dados de produto da densidade com a velocidade do som no meio estrutural, que permitem calcular a impedância acústica de cada estrutura.

Considerações finais

Os recursos tecnológicos fazem parte do nosso cotidiano, nos auxiliando em várias tarefas do dia, promovendo lazer, praticidade e conforto. Dessa forma, pode-se considerar que as tecnologias se tornam atrativas em vários setores, inclusive na educação, o que se manifesta também nos exames de larga escala.

Observa-se que o ENEM pressupõe o ensino com tecnologias, utilizando os recursos tecnológicos ao tratar os fenômenos da natureza, para avaliar as habilidades e os conhecimentos requeridos dos alunos do Ensino Médio. De fato, foram identificadas 94 (48,2%) questões contendo RT entre as 195 questões de Física analisadas, distribuídas nas seguintes categorias construídas a posteriori: Meios de transporte (13,8%); Componentes elétricos (17,0%); Dispositivos de comunicação (13,8%); Dispositivos mecânicos (6,4%); Dispositivos de segurança (4,3%); Dispositivos ópticos (6,4%); Dispositivos térmicos (6,4%); Eletrodomésticos (18,1%); Fontes de energia (8,5%); Novos (as) matérias / tecnologias (5,3%).

Observa-se, portanto, que o ENEM utiliza nas questões de Física vários RT em diversas áreas, sendo coerente com os documentos orientadores tais como as DCNEB e a BNCC, que propõem uma educação básica formadora de cidadãos aptos a entender os mecanismos dos objetos usuais no seu cotidiano, e, ainda capazes de refletir sobre problemas enfrentados pelos cientistas, estimulando o aprendizado do jovem que queira continuar os seus estudos.

Referências

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física. Rev. Bras. Pesq. Educ. Ciên., v.4, n.3, 2004.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL.MEC. SEB. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2013.

BRASIL.MEC. SEB. Base Nacional Comum Curricular. BNCC. Brasília: MEC/SEB, 2018.

LEÃO, M. F.; SOUTO, D. L. P. Objetos educacionais para o ensino de Física. Rev. Tecn. Educ., ano 7, n.13, p.1-12, 2015.

LIMA, J. R.; FERREIRA, H. Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o feno

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D. Ensino de Física e Novas TICs: uma análise da produção recente. In: ENPEC, 8., Campinas, 2011. Anais... Campinas: ABRAPEC, 2011.

OLIVEIRA, J. M. M.; FERREIRA, M.; MILL, D. Tecnologias no ensino de Física: um estudo sobre concepções e perspectivas de professores do ensino médio. Inc. Soc., v.10, n.1, p.147-161, 2016.

RANGEL, F. O.; SANTOS, L. S. F.; RIBEIRO, C. E. Ensino de Física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica. Cad. Bras. Ens. Fís., v.29, n.1, p.651-677, 2012.

SANTOS, J. C.; DICKMAN, A. G. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. Rev. Bras. Ens. Fís., v.41, n.1, e20180161-1-e20180161-12, 2019

SILVA, F. A.; KAWAMURA, M. R. D. Reflexões sobre o ENEM: contribuições da Pesquisa em ensino de Física. In ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 17., 2018, Campos de Jordão. Anais... São Paulo: SBF, 2018.

VERONEZ, D. et al. A utilização das TICs no ensino de Física para trabalhar conceitos de MRU e MRUV. Rev. Ens. & Pesq., v.13, n.1, p.152-165, 2015.

ELABORAÇÃO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DE FÍSICA: ETAPAS DO PROCESSO COLABORATIVO DE UMA EQUIPE MULTIDISCIPLINAR

ELABORATION OF VIRTUAL SIMULATIONS OF HISTORICAL EXPERIMENTS FOR PHYSICS TEACHING: STAGES OF THE COLLABORATIVE PROCESS OF A MULTIDISCIPLINARY TEAM

Márcia da Costa¹, Yago Henrique Pereira², Murilo Crivellari Camargo³, Irinéa de Lourdes Batista⁴, Jacques Duílio Brancher⁵

¹Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Química e Física/marciarscosta@hotmail.com

²Universidade Estadual de Londrina / Departamento de Ciência da Computação / yago.henriquep@gmail.com

³Universidade Estadual de Londrina / Departamento de Design / murilocrivellaric@gmail.com

⁴Universidade Estadual de Londrina / Departamento de Física / irinea2009@gmail.com

⁵Universidade Estadual de Londrina/ Departamento de Ciência da Computação/ jacques.brancher@gmail.com

Resumo

Quando o foco é a aprendizagem dos alunos, deve-se levar em consideração a maneira como as simulações virtuais são planejadas, pois o uso de uma simulação pode apresentar os mesmos resultados de uma aula tradicional, caso não seja planejada com os adequados fundamentos educacionais e computacionais. Este trabalho apresenta parte dos resultados de um projeto de pesquisa de doutorado que tinha entre um dos objetivos investigar que etapas, no processo colaborativo de uma equipe multidisciplinar, podem ser identificadas na elaboração de simulações virtuais de experimentos históricos voltadas para o ensino de Física. Esse objetivo surgiu da necessidade de um estudo metodológico do desenvolvimento de um ambiente virtual que articulasse perspectivas da História da Ciência, da Teoria da Aprendizagem Significativa e de usabilidade de softwares voltadas para o desenvolvimento de simulações virtuais de experimentos históricos. O estudo do processo de elaboração das simulações virtuais se deu em comparação com os passos para o desenvolvimento de softwares educacionais sugeridos por Galvis (1992) e como resultado foram identificadas as seguintes etapas: elaboração de uma composição histórica, escolha dos experimentos, descrição dos experimentos, análise, projeto, desenvolvimento, avaliação por pares, abordagem piloto e disponibilização ao público. Essas etapas resultaram na elaboração de três simulações virtuais de experimentos históricos voltadas para o ensino de Física de Partículas.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Software Educacional, Experimentos Históricos, Equipe Multidisciplinar.

Abstract

When the focus is on the students' learning, one must take into account the planning of virtual simulations, because if they are not planned in accordance with the appropriate educational and computational principles, a computer simulation may achieve the same results as a traditional lecture. This work presents part of the results of a doctoral research project that had as one of its objectives the investigation of stages in the collaborative process of a multidisciplinary team in the elaboration of computational simulations of historical experiments, aimed at teaching Physics. This emerged from the need of a methodological study on the development of a virtual environment that connected perspectives from the History of Science, the Meaningful Learning Theory, and usability-oriented software for developing computer simulations of historical experiments. The study of the process took place in comparison with the steps for the development of educational software suggested by Galvis (1992) and, as a result, the following steps were identified: elaboration of a historical composition, selection of the experiments, description of the experiments, analysis, design, development, peer review, pilot testing and availability to the public. These steps resulted in the elaboration of three virtual simulations of historical experiments aimed at teaching Particle Physics.

Keywords: Educational Software Development, Historical Experiments, Multidisciplinary Team.

Elaboração de Softwares Educacionais

Com a leitura de pesquisas científicas a respeito de simulações computacionais para o ensino de Física, percebe-se que pouco se discute a respeito do processo de elaboração de uma simulação computacional e em alguns casos não se especificam quais os objetivos pretendidos, em que teoria de aprendizagem estão fundamentados e se foram levados em consideração princípios de usabilidade de softwares.

No que se refere às metodologias para elaboração de um software educacional, não há um método ou técnica específica para ser adotada. Na literatura existem variados modelos de elaboração que se adaptam aos objetivos de diferentes tipos de softwares, usuários e equipes desenvolvedoras.

De acordo com Squires e Preece (1996) e Tchounikine (2011), o termo "software educacional" é usado para se referir a um software projetado especificamente para desenvolver atividades favoráveis a alcançar os objetivos pedagógicos, apoiar a aprendizagem e o ensino. Assim, alunos e professores podem ser beneficiados por essa alternativa que possibilita experiências novas e mais atrativas do que as oferecidas pelas abordagens tradicionais. O processo de desenvolvimento de um software educacional se diferencia de outros pelo fato de que, durante sua elaboração, a maneira como os alunos aprendem e os fatores de usabilidade devem ser levados em consideração (SQUIRES; PREECE, 1996).

Embora não exista um método específico de desenvolvimento, de acordo com Galvis (1992), são preservados os passos ou etapas de um processo sistemático para o desenvolvimento desses materiais (*análise, projeto, desenvolvimento, teste e ajuste, implementação*). No entanto, no caso de materiais educativos, é dada uma ênfase particular aos seguintes aspectos: a solidez da

análise, como ponto de partida; o domínio de teorias substantivas a respeito da aprendizagem e comunicação humana, como base para a concepção de ambientes educativos informatizados; a avaliação permanente e sob critérios predefinidos, em todas as etapas do processo, como meio de melhoria contínua do material; a documentação adequada e detalhada do que é feito em cada estágio, como base para a manutenção que o material exigirá ao longo de sua vida útil (GALVIS, 1992).

A parte de análise consiste em identificar um problema ou desafio educacional e analisar possíveis soluções que podem ser obtidas por meio da utilização de um software educacional, para, em seguida, desenvolvê-lo. A etapa final da análise é a formação da equipe multidisciplinar que desenvolverá o software educacional.

Na etapa do projeto, são definidas algumas características relacionadas à análise efetuada. Nesse passo, são definidos os conteúdos que serão abordados, o público-alvo, a adequação do conteúdo ao público-alvo, os conhecimentos prévios necessários ao usuário, os aspectos da teoria de aprendizagem que nortearão a elaboração do software, os objetivos que se espera que os usuários alcancem com ele, quais as condições em que o usuário poderá utilizá-lo, quais as especificações técnicas que ele vai possuir, como avaliar o aprendizado do usuário, como ocorrerá a comunicação do usuário com o software, que estrutura de dados é necessária para que ele funcione, recursos humanos e financeiros, equipamentos e softwares que serão utilizados, características da equipe desenvolvedora etc. A fase final de um projeto consiste em elaborar um protótipo, fazer esboços no papel de cada um dos ambientes que serão usados.

A partir do protótipo, já é possível começar o desenvolvimento do projeto. Independentemente da estratégia seguida para produzir o material, é essencial que o desenvolvedor tenha que programar, de maneira estruturada e legível, bem como documentar seu trabalho. Isso permitirá, quando necessário, fazer o uso adequado do software educacional e adaptá-lo às novas necessidades. A fase de desenvolvimento não termina com a elaboração do software educacional, é preciso revisar, com base no projeto, se o que foi previsto foi implementado e se há necessidade de eventuais alterações.

Essa revisão pode ser feita, inicialmente, pela própria equipe. Mas é necessário que, ao final, ela passe pela avaliação de especialistas externos à elaboração do projeto, de preferência especialistas das diferentes áreas que compõem a elaboração do mesmo. Também se recomenda que esse teste seja feito com possíveis usuários desse software, pois eles são os únicos que podem decidir se esse recurso atingiu, ou não, os objetivos pretendidos.

Ao término do desenvolvimento, o processo passa pela fase do teste-piloto, no qual o software educacional é utilizado por uma amostra dos possíveis usuários desse material. Para realizá-lo adequadamente, é necessário preparar e administrar uma implementação didática, bem como analisar os resultados, a fim de obter evidências de que o software educacional está, ou não, cumprindo a missão para a qual foi desenvolvido. Segundo Galvis (1992), depois dessa etapa, de acordo com os resultados obtidos, pode-se abandonar o material devido aos resultados negativos, refazer o projeto, ou ajustar pequenos detalhes e disponibilizá-lo para o público-alvo e seguir para a próxima etapa que é denominada teste de campo, na qual é observado se o que foi notado no teste-piloto ainda prevalece. Essa fase vai além da disponibilização atualizada do software. Ela requer que se propiciem as

condições necessárias para seu uso adequado. Assim, encerra-se o ciclo de desenvolvimento do software educacional.

Metodologia

Esta investigação caracteriza-se na perspectiva da pesquisa qualitativa de cunho interpretativo, conforme a caracterização de Bogdan e Biklen (1994). Os passos metodológicos aqui descritos são parte de um projeto maior e, neste trabalho, serão explicitados os procedimentos que permitiram que se identificassem etapas no processo de elaboração de simulações virtuais de experimentos históricos que pudessem guiar futuras elaborações.

Em um projeto dessa abrangência, no qual se fazem necessários vários conhecimentos para que as etapas sejam concluídas, houve a necessidade, devido ao prazo de uma pesquisa de doutorado e das habilidades e competências dos envolvidos, de compor uma equipe multidisciplinar, uma vez que seriam indispensáveis componentes das áreas de Física, Ensino, História da Ciência, Computação e Design para o desenvolvimento do software educacional pretendido.

Essa colaboração reflete uma elaboração coletiva, na qual todos os integrantes eram consultados e ouvidos para que os objetivos e conflitos fossem alcançados e resolvidos. Isso exemplifica o caráter colaborativo na construção de conhecimentos científicos, pois a Ciência não é feita por “gênios solitários” - trata-se de uma construção humana, sujeita a erros, acertos, influências e cooperações.

A equipe responsável pelas áreas de Física, Ensino e História da Ciência (FEHC) foi composta por duas integrantes que possuem uma formação acadêmica que lhes permite gerenciar essas áreas do projeto. A equipe responsável pelas áreas de Computação e Design (CD) foi gerenciada por um professor do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Estadual de Londrina, que se disponibilizou a participar do projeto como parte de seu projeto de Pós-doutorado. Essa equipe foi composta pelo professor, por um programador e um designer, ambos alunos de mestrado em Ciência da Computação. Assim ficou composta a equipe responsável pelo desenvolvimento das simulações.

Não existe uma metodologia específica para a elaboração de simulações virtuais de experimentos históricos para o Ensino de Física. No entanto, esse trabalho pode ser guiado por teorias específicas das áreas que compõem esse desafio. Por exemplo, ao tratar de experimentos históricos, leva-se em consideração sua definição e tipologia, bem como a metodologia de Historiografia da Ciência para elaborar uma narrativa histórica dos experimentos.

Nesse trabalho, foram levadas em consideração características das tipologias definidas por Heering (2005), Chang (2011) e Metz e Stinner (2007), segundo os quais os experimentos históricos reproduzidos podem representar, da forma mais fiel possível que se conseguir, os experimentos originais e/ou os fenômenos físicos por eles abordados. Além, ainda, de serem auxiliados por uma narrativa histórica que permite a interação do estudante por meio da experimentação que, nesse caso, se desenvolve com a simulação computacional.

Por se tratar de um software educacional, desde o início foram implementados aspectos da Teoria de Aprendizagem Significativa, levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, fornecendo organizadores prévios, promovendo a diferenciação progressiva nas etapas de cada experimento e,

sempre que possível, a consolidação de conteúdos à medida que os usuários fossem explorando as simulações (AUSUBEL, 2003).

Em relação a área de design e programação, foram seguidos princípios de usabilidade de softwares para que a experiência dos usuários com a interface fosse a mais amigável possível (SQUIRES; PREECE, 1996). Além do mais, optou-se por uma programação estruturada, que levasse em consideração padrões comuns às três simulações. Isso facilita o trabalho do programador e também familiariza o usuário com as interfaces, pois elas seguem o mesmo padrão. As simulações foram programadas em Unity 3D, com representações gráficas em 2D ortogonal, para facilitar o entendimento dos elementos e, por conseguinte, a lógica de execução dos experimentos.

A seguir são descritas as fases identificadas durante o processo de desenvolvimento das simulações e também as dificuldades encontradas no processo, que em futuras elaborações podem ser evitadas.

Resultados

Ao final do processo de elaboração das simulações virtuais de experimentos históricos, após adotar diferentes metodologias para atender requisitos didáticos, técnicos, de conteúdo e históricos, inspirado no ciclo de desenvolvimento de Galvis (1992), é apresentada a seguir uma sequência de etapas para o desenvolvimento das simulações de experimentos históricos, com base na experiência de desenvolvimento da equipe.

Como se trata da simulação de um experimento histórico, a primeira fase foi elaborar a composição histórica a respeito da unificação eletrofraca. Todos os procedimentos dessa fase foram desenvolvidos considerando metodologias de pesquisa em História da Ciência, utilizando, na medida do possível, as fontes primárias e seguindo os princípios da Composição Histórica, inteligibilidade, valores cognitivos e fidedignidade. Em termos de reprodução de experimentos históricos, foi considerado tanto a definição de experimentos históricos quanto os cuidados para obtenção dos detalhes que fariam parte das descrições desses experimentos. A principal dificuldade enfrentada nessa etapa foi a seleção de fontes primárias que fornecessem informações suficientes para a descrição do processo de elaboração da teoria eletrofraca e que também descrevessem com detalhes os experimentos envolvidos. Essa dificuldade foi contornada buscando um número maior de fontes primárias, secundárias e terciárias que pudessem ser consultadas para a construção da composição histórica, indicação de referências primárias e, posteriormente, para a descrição dos experimentos.

Em seguida foram escolhidos os experimentos que seriam abordados, de acordo com a indicação da literatura e com as limitações impostas pelas fontes de informação de cada experimento, pois quando não é possível encontrar informações a respeito de um experimento sua simulação se torna inviável. Desse modo, um dos experimentos indicados na literatura não foi simulado computacionalmente, pois não havia, na literatura consultada, descrições suficientes para o processo de elaboração de uma simulação virtual.

A próxima etapa foi a descrição detalhada de cada um dos experimentos. Para isso, se fez necessária a utilização do maior número possível de fontes primárias que apresentassem informações detalhadas do procedimento

experimental, fotografias dos equipamentos, vídeos e esquemas que podiam descrever o processo empírico desenvolvido pelos cientistas. Essa descrição precisa englobar um alto nível de detalhamento para que a equipe de programação e design entenda o processo e tenha materiais confiáveis para começar seu trabalho. Nesse processo, para reunir o maior número de informações a respeito dos experimentos, foram consultadas fontes primárias, secundárias e terciárias, bem como sites de universidades, institutos e laboratórios de pesquisa, pois a maioria dos registros de mídia não estavam presentes nas fontes primárias.

Com todas essas informações em mãos é possível dar início ao projeto, desde que tenha sido montada a equipe multidisciplinar. Como trata-se de um projeto que envolve múltiplas capacidades, se o desenvolvedor não possui todas elas, faz-se necessário que outras pessoas colaborem no projeto. Feitas as descrições, foi realizada a análise e elaboração do projeto que resultou no primeiro protótipo das simulações.

Nessa fase de elaboração, consideraram-se os requisitos didáticos, de conteúdo e técnicos, ou seja, foram incluídos aspectos da Teoria de Aprendizagem Significativa, os conteúdos que seriam abordados de acordo com o público-alvo e os detalhes técnicos de interface e interação que as simulações deveriam atender. Esse protótipo foi analisado pela equipe e em seguida deu-se início ao processo de desenvolvimento por meio da codificação e aprimoramentos de design, sempre em diálogo com a equipe para esclarecer procedimentos e aprovar as elaborações técnicas de programação e design.

Assim, surgiu a primeira versão das simulações virtuais dos experimentos históricos escolhidos. Essas simulações foram revisadas pela equipe e em seguida passaram por um processo de validação externa, feita por especialistas e possíveis usuários. Paralelo a esse processo, também foi dado início à abordagem-piloto, pois em alguns casos pode não haver tempo hábil para esperar o resultado das avaliações externas para, então, fazer as aprimorações e a abordagem-piloto. Dessa forma, as avaliações externas e a abordagem-piloto ocorreram ao mesmo tempo e seus resultados foram avaliados para considerar possíveis aprimorações. A abordagem-piloto foi composta pela elaboração e aplicação de uma Abordagem Didática para utilizar as simulações em um contexto para o qual foram planejadas. Após a análise da abordagem-piloto e das avaliações externas foram retomados os diálogos com a equipe para realizar as adequações necessárias e preparar o material para a disponibilização ao público¹.

Neste caso, como resultado das etapas: elaboração de uma composição histórica, escolha dos experimentos, descrição dos experimentos, análise, projeto, desenvolvimento, avaliação por pares, abordagem piloto e disponibilização ao público, obteve-se três simulações virtuais de experimentos históricos que podem ser utilizadas para o ensino de tópicos de Física Moderna.

Também convém ressaltar os ganhos e dificuldades na colaboração multidisciplinar. Entre os ganhos está, sem dúvida, o resultado de um trabalho que reflete critérios relevantes para atender as necessidades de um software educacional, pois o ambiente virtual projetado atende critérios de ensino (planejado com base na Teoria de Aprendizagem Significativa), conteúdo (explora conteúdos

¹ As simulações e um exemplo de Abordagem Didática (COSTA; BATISTA, 2020) estarão disponíveis no site do grupo de pesquisa IFHIECEM (<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/>).

científicos de Física de Partículas), contextualização (aborda conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, HFC e multimeios de representação) e técnicos (assimila princípios de usabilidade, padrões de programação e interface gráfica). Critérios esses que foram atendidos e desenvolvidos pelos especialistas em cada competência e isso, sem dúvida, favoreceu a qualidade do resultado.

Além disso, o intercâmbio de conhecimentos permitiu que os diferentes membros da equipe adquirissem conhecimentos multidisciplinares, no qual especialistas da equipe FEHC passaram a entender aspectos técnicos referentes à área de programação e Design e os especialistas da equipe CD (computação-design) tiveram a oportunidade de conhecer um pouco a respeito dos experimentos que estavam sendo simulados e de princípios de Aprendizagem Significativa que norteavam as atividades. Sem comentar da experiência do trabalho em equipe, que exige um esforço mútuo e proporciona o intercâmbio de conhecimentos.

Em termos financeiros, foi feita uma estimativa dos gastos que seriam necessários para programação e design. Trata-se de uma estimativa, pois um orçamento detalhado para este projeto só seria possível com o planejamento e cronograma detalhados, a definição clara das atribuições e um cálculo de horas. Dessa forma, para as atribuições de design seria necessário um investimento aproximado de R\$ 5.000 a R\$ 8.000. Enquanto a parte de programação exigiria um investimento em torno de R\$ 20.000 a R\$ 45.000. Isso mostra o ganho financeiro que é alcançado por meio das parcerias entre as diferentes áreas.

No entanto, essa colaboração interdisciplinar também apresenta dificuldades, a primeira delas é a comunicação. Dado que a equipe é composta por integrantes de diferentes áreas científicas, é comum a dificuldade de comunicação. Nessa investigação, percebeu-se que esse processo é ainda mais complicado quando é feito entre a equipe FEHC e o programador, pois há uma lacuna entre o que a equipe FEHC deseja e o que o programador entende que a equipe deseja. Esse impasse foi amenizado com a ajuda do profissional de design, que procurava representar, graficamente, o que a equipe FEHC pretendia e com os conhecimentos técnicos, conseguia estabelecer um diálogo mais eficiente.

Outra dificuldade relatada pelos integrantes foi a constante mudança de requisitos ao longo do processo, como por exemplo, a inserção de novas funcionalidades, a criação de um tutorial, créditos da equipe, adaptação do software em três idiomas, entre outros. Devido ao fato desse processo ter ocorrido em meio ao desenvolvimento, isso acarretava mudanças em etapas que já haviam sido cumpridas. Assim, recomenda-se uma gestão de requisitos bem estruturada, para que não sejam cometidos erros ou equívocos nos processos de mudança.

Conclusão

A elaboração das simulações virtuais se fez possível devido ao trabalho colaborativo da equipe multidisciplinar, de maneira que seria impossível obter o resultado alcançado sem essa colaboração. Esse processo envolveu o comprometimento entre os membros da equipe com o projeto e se desenvolveu durante todo o período de doutoramento, indicando não ser uma tarefa trivial e que depende do compromisso, colaboração e paciência de todos os membros da equipe.

O acompanhamento desse processo permitiu que se detalhasse um encaminhamento metodológico do trabalho colaborativo para a elaboração de

simulações virtuais de experimentos históricos voltados para o ensino. Espera-se que esse detalhamento do trabalho em equipe contribua com futuras pesquisas da área de Ensino de Física e áreas afins, uma vez que essas abordagens ainda são pouco investigadas.

Desse modo, dentre as aprendizagens desse processo, que podem auxiliar futuras pesquisas, cabe citar as etapas identificadas e o que foi necessário para que elas fossem cumpridas, a exemplo: a necessidade de diversificadas fontes de informação para a elaboração da composição histórica e a descrição dos experimentos, uma descrição bem detalhada dos experimentos para facilitar o trabalho de design e programação, a sugestão de que haja a participação do designer desde o início do projeto e que os requisitos das simulações sejam bem planejados para otimizar tempo e trabalho de programação e design.

Evidencia-se que o resultado alcançado na elaboração das simulações, em termos de qualidade, foi obtido devido à contribuição de ambas as áreas e que essa colaboração resultou em ganhos intelectuais para ambas as equipes, economia de recursos financeiros e em um recurso didático para o ensino de Física de Partículas, agregando conhecimentos físicos, históricos, didáticos, de design e programação, que pode ser utilizado na formação inicial ou continuada de professores e, com as devidas adaptações, também em nível de Ensino Médio. Além disso, os desafios enfrentados por ambas as equipes forneceram oportunidades de aperfeiçoamento profissional.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução: TEODORO, V. D. Editora Plátano, 1 ed. 2003.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigações qualitativas em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- CHANG, H. How Historical Experiments Can Improve Scientific Knowledge and Science Education: The Cases of Boiling Water and Electrochemistry. **Science & Education**, v.20, p. 317–341, 2011.
- COSTA, M.; BATISTA, I. L. Abordagem histórico-didática para o ensino da Teoria Eletrofraca utilizando simulações computacionais de experimentos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 242-262, 2020.
- GALVIS, A. H. **Ingeniería de Software Educativo**. Santafé de Bogotá: Ediciones Uniandes, 1992.
- HEERING, P. Analysing unsuccessful experiments and instruments with the replication method. **Éndoxa**, n. 19, p. 315–340, 2005.
- METZ, D.; STINNER, A. A role for historical experiments: capturing the spirit of the itinerant lecturers of the 18th century. **Science & Education**, v.16, n.6, p.613–624, 2007.
- SQUIRES, D. PREECE, J. “Usability and Learning: Evaluating the potential of Educational Software”, **Computers Education**., v. 27, n. 1, p. 15-22, 1996.
- TCHOUNIKINE. P. **Computer Science and Educational Software Design - A Resource for Multidisciplinary Work in Technology Enhanced Learning**. Springer, ISBN: 978-3-642-20002-1 180p. 2011.

PROJETOR ESTELAR: UMA FERRAMENTA TECNOLÓGICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA E OBSERVAÇÃO DO CÉU A OLHO NU

STAR PROJECTOR: A TECHNOLOGICAL TOOL FOR ASTRONOMY TEACHING AND NAKED EYE SKY OBSERVATION

Matheus N. S. Silva¹, Fernando A. Pedersen², João T. Carvalho-Neto³

¹Universidade Federal de São Carlos/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, matheusnavi@hotmail.com

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, fernandoaugustopedersen@hotmail.com

³Universidade Federal de São Carlos/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, jteles@ufscar.br

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo evidenciar o desenvolvimento e as potencialidades de um instrumento criado para ser utilizado no estudo da Astronomia Observacional. Ele pode atuar como um guia do céu para observações a olho nu e recebeu o nome de Projetor Estelar. Este equipamento poder ser considerado uma Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e apresenta diferentes possibilidades de utilização por professores, monitores e pesquisadores que busquem se envolver com o ensino da Astronomia em espaços não formais de ensino. Suas principais qualidades envolvem seu baixo custo de produção, ser compacto, apresentar facilidade no alinhamento, permitir a demarcação de estrelas e outros objetos celestes, indicar constelações e outros efeitos dinâmicos do céu. Seu funcionamento pode ser interativo com os participantes, no sentido deles explorarem o céu, ou pode ser programável para seguir passos bem definidos de um roteiro de observações. Neste trabalho, são apresentados os primeiros resultados obtidos com o Projetor Estelar, projetos em desenvolvimento e propostas de novas pesquisas para explorar outros aspectos educacionais do Projetor Estelar.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, Tecnologia da Informação e Comunicação, Espaços não formais de ensino, Projetor Estelar.

Abstract

In this work, our purpose is to describe and analyze the development and the educational potential of an instrument created to be used in the study of Observational Astronomy. It can act as a sky guide, especially with naked eye, and received the name of Star Projector. Teachers, monitors and researchers involved with the teaching of astronomy in non-formal teaching spaces can consider this equipment an Information and Communication Technology (ICT) that presents different possibilities of use. Its main qualities are the low cost of production, its compact size, easy alignment, and the indication of stars, other celestial objects and dynamic effects of the sky. Its operation can be interactive with the participants, because they can explore the sky, or it can be programmable to follow the steps of

an application script. In this work, the first results obtained with the Star Projector are revealed. Projects under development and proposals for new researches that explore other aspects of the Star Projector are also presented.

Keywords: Astronomy Education, Information and Communication Technology, Non-formal Education, Star Projector.

Introdução

O presente trabalho tem como objetivo evidenciar o desenvolvimento de um instrumento para ser utilizado como um guia do céu, auxiliando as pessoas para observações a olho nu. Este aparato recebeu o nome de Projetor Estelar, e isto ocorreu devido ao fato dele possibilitar uma apresentação do céu noturno e explorar suas diversas características (PEDERSEN, 2018).

O instrumento a ser detalhado neste trabalho utiliza motores para controlar a orientação de um *laser pointer* verde, que através do espalhamento Rayleigh, permite a visualização de seu “rastro” no céu. Desse modo, é possível a visualização de qual objeto celeste o laser está apontando.

Com o intuito de compreender as potencialidades educacionais que o Projetor Estelar trás consigo, pode-se classificá-lo como uma Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Devido ao fato de seu funcionamento ser totalmente dependente do software, de seu sistema eletrônico e possibilitar modos de interação diferentes.

As TICs, segundo Silva (2016) são tecnologias que permitem aos usuários que interagem com ela obter um fluxo de informações que podem ser assimiladas de forma passiva ou explorados de forma mais ativa. Silva (2016) ainda reforça que o objetivo principal das TICs é facilitar a comunicação entre os docentes e os alunos, unindo-os em um mesmo espaço, possibilitando uma maior interação entre os envolvidos.

As TICs passaram a ser cada vez mais estudadas nas duas últimas décadas, decorrente do processo de popularização das tecnologias e o fato delas estarem cada vez mais integradas à vida das pessoas. O foco central desses estudos é inserir e analisar formas de uso para que as tecnologias auxiliem nos processos de ensino-aprendizagem. Desse modo, a motivação central para o desenvolvimento deste instrumento educacional é gerar conhecimento e reflexões sobre mais um aparato experimental que auxilie a ação docente e, conseqüentemente, diminuir o deficit educacional da Astronomia em nosso país.

Segundo Langhi (2011) algumas pesquisas mostram uma persistência de ideias de senso comum sobre conceitos básicos de Astronomia. Portanto, é necessário que a ação docente seja efetiva e com suporte de bons recursos educacionais.

Devido a suas características, como necessidade de local adequado de observação (grande amplitude de visualização e horário noturno), a análise do Projetor Estelar ainda está restrita ao uso em espaços não formais de ensino.

Segundo Jacobucci (2008), os espaços não-formais são quaisquer espaços fora da escola que possuem intencionalidade sobre o ensino de determinado conhecimento. As vantagens desse espaço de ensino são possuir flexibilidade e liberdade de uso e atender um público diversificado em relação a escolaridade, idade e grupo socioeconômico. Isso possibilita um número maior de testes com o instrumento e diferentes alternativas didáticas.

Dessa forma, os espaços não formais de ensino buscam complementar alguns dos conhecimentos estudados no ensino formal ou possibilitar um contato e descobertas para conteúdos que não são explorados no ensino regular. Dessa forma, o Projetor Estelar pode ser mais bem explorado em relação a suas potencialidades e recursos.

Outra motivação deste trabalho, foi produzir um instrumento que possibilitasse uma vivência dos participantes com a Astronomia observacional, para que fosse o início e uma aproximação importante para a cultura científica. Possibilitando um canal de comunicação entre os pesquisadores e estudantes, professores da educação básica e entusiastas da Astronomia. Essas ações tem como foco diminuir um problema evidenciado por Langhi e Nardi (2012) que levantaram que apenas 40% das instituições de ensino superior apresentam práticas observacionais sobre astronomia.

O Projetor Estelar pode ser usado isoladamente ou se complementando com outros equipamentos para a introdução de conceitos importantes da Astronomia Observacional. Pois, a grande maioria dos cidadãos já viu o céu, mas poucos obtiveram acesso a observações sistematizadas e com reflexões que envolvem as principais características do céu.

A ideia é produzir apresentações que se assemelham, em parte, às que os planetários realizam, mas estes acabam por tornar a observação um pouco artificial. Desse modo, o Projetor Estelar busca apresentar o céu de maneira mais interativa, real e que incentiva os espectadores a continuarem as observações do céu mesmo sem o instrumento, tanto para pessoas que já possuem conhecimentos em Astronomia quanto para iniciantes.

A Astronomia Observacional é o primeiro passo para o conhecimento do céu, desenvolver as habilidades para uma boa prática observacional permite que os estudantes adquiram liberdade e autonomia para outras práticas relacionadas à astronomia, como o uso de telescópios. Dessa forma, nas seções seguintes será apresentado o desenvolvimento do Projetor Estelar e seu funcionamento. Por fim, serão analisadas suas potencialidades para o ensino de Astronomia e a possibilidade de novos trabalhos a serem realizados com o Projetor Estelar.

Materiais e Métodos

Nesta seção serão apresentados os elementos que constituem o Projetor Estelar e sua funcionalidade, sendo possível compreender algumas de suas aplicações educacionais.

Um aspecto importante no desenvolvimento deste instrumento educacional se deve ao fato dele ser um aparato com custo relativamente baixo de produção apesar de sua relativa sofisticação técnica, considerando que em muitas instituições são utilizados outros instrumentos com valor significativamente maior, como os

telescópios e os planetários. Esse fato é importante e possibilita que o Projetor Estelar seja produzido ou adquirido por outras instituições de ensino ou por grupos de astrônomos amadores.

Para facilitar o entendimento, esta seção foi subdividida em três etapas, que focam em sua montagem, funcionamento e aplicação.

Hardware

O *Hardware* constitui a estrutura do Projetor Estelar – a parte física – e ela é composta por uma base para suporte dos motores e da eletrônica, um *laser pointer* verde com potência de 50 mW, dois motores de passo, uma placa microcontroladora Arduino UNO, cabos, conectores e um computador que irá rodar o software. O único elemento com alto valor agregado é o computador, mas grande parte das instituições educacionais possuem este equipamento em seu portfólio.

O Arduino Uno possibilita a comunicação entre o software e os motores de passo, controlando o quanto que cada um dos motores irá atuar. Os dois motores de passo possuem funções distintas no direcionamento do *Laser Pointer*. Portanto, usamos como diferenciação que um deles é o motor fixo e o outro é o motor móvel.

O motor fixo tem seu eixo de rotação paralelo ao horizonte e alinhado com a direção norte-sul, enquanto que o eixo do motor móvel é perpendicular ao eixo do motor fixo. Com a combinação do movimento desses dois eixos é possível apontar o laser para qualquer coordenada estelar.

Os motores de passo podem girar seus eixos ao longo de 360° com 4096 passos. Isso possibilita um deslocamento angular de $0,088^\circ$ para cada passo. Como comparação, a lua cheia possui diâmetro de aproximadamente $0,5^\circ$.

Como dispositivo de segurança, o Laser Pointer tem uma restrição de não apontar para regiões próximas e/ou abaixo da linha do horizonte, evitando que o raio de luz incida no olho de algum dos usuários.

O Arduino também controla o acionamento do laser pointer, podendo este ser desligado, ligado ou atuar através de pulsos bem definidos.

Durante a etapa de desenvolvimento, foram realizados avanços e melhorias na estrutura do Projetor Estelar, o primeiro protótipo foi construído com uma base e suportes de madeira, que posteriormente será substituído por uma base modelada por uma impressora 3D.

Software

O software é responsável pelo processamento dos comandos realizados pelo operador e ele envia as instruções para o hardware executar as tarefas desejadas.

Foi utilizada a linguagem de programação Python por possibilitar o desenvolvimento de projetos elaborados usando-se códigos relativamente simples e, principalmente, por possuir diversas bibliotecas de Astronomia. Essas bibliotecas possuem classes, métodos e funções que permitem a realização das mais diversas tarefas.

No desenvolvimento deste projeto, a biblioteca mais importante foi a AstroPy, que foi projetada especificamente para usos em Astronomia, permitindo que o software consiga calcular a posição de qualquer objeto celeste em determinado instante e em qualquer local do planeta. Isso otimiza e amplia a atuação que o Projetor Estelar possui. De posse da informação sobre as coordenadas dos objetos estelares, o software envia o comando para que o hardware direcione o *laser pointer* para o objeto desejado.

A figura 1 contém um diagrama em blocos que resume as etapas do hardware e do software discutidas acima.

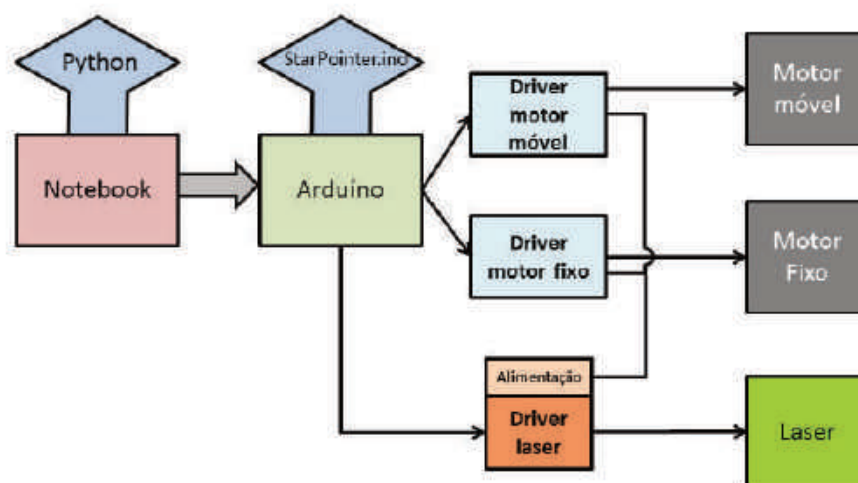


Figura 1. Diagrama em blocos das etapas de *hardware* e *software* referentes ao Projetor Estelar. Extraído de Pedersen (2018).

Alinhamento

Outro diferencial do Projetor Estelar está em seu alinhamento relativamente simples para aqueles que possuem um básico conhecimento de Astronomia observacional. Este alinhamento é necessário para que o instrumento possa funcionar de maneira correta.

O primeiro passo é direcionar o *Laser Pointer* para cima, próximo ao zênite. Em seguida, ele deve ser apontado para pelo menos três objetos celestes conhecidos. De preferência, devem ser escolhidos objetos distantes entre si, pois isso irá otimizar a calibração.

Com esses dados obtidos pelo software e a informação da latitude local, é possível que o software realize o cálculo que estabelece a posição do projetor em relação à posição das estrelas. Essa calibração também sincroniza a posição dos motores de passo com as coordenadas para onde o laser aponta.

Resultados e Discussão

Nos primeiros testes do Projetor Estelar, o movimento do feixe de luz indicou corretamente diversas coordenadas estelares diferentes. O equipamento também se mostrou eficiente em relação ao tempo de processamento e deslocamento até o objeto celeste desejado, com um intervalo de poucos segundos. O que torna seu uso rápido e possibilita uma exploração de todo o céu.

Também foram realizados os testes de contorno de objetos celestes e explorados os desenhos e a identificação de algumas constelações. O feixe de luz conseguiu seguir a trajetória que define os elementos visuais da constelação. Desse modo, o instrumento pode facilitar a compreensão do conceito de constelação e o entendimento de sua representação gráfica não se torna demasiadamente abstrato.

Essa ação do instrumento permite o estudo das diversas constelações presentes no céu, inclusive as variações que existem de acordo com a interpretação de diferentes culturas. Isso permite introduzir a discussão do papel social e histórico da Astronomia.

Portanto, é possível que as pessoas que participarem das atividades focadas no Projetor Estelar compreendam que o processo de observação do céu não é aleatório. Pois, existem técnicas simples que podem ser aprendidas em diferentes idades. Assim como são utilizados pontos de referência para a locomoção em espaços fechados ou na cidade, a observação do céu também se apoia em sistemas bem definidos. Essa compreensão, aliada com a percepção do padrão do fundo de estrelas é fundamental para o reconhecimento do céu noturno, possibilitando melhor entendimento do universo e sendo o começo para explorar toda sua grandiosidade.

Também podem ser investigados outros diversos conhecimentos da Astronomia Observacional, como órbitas e movimento retrógrado dos planetas, eclíptica, escalas de tempo, coordenadas estelares e outros. Conteúdos estes que aparecem e permeiam todo o currículo de ciências e física presentes na BNCC (BRASIL, 2017).

No momento, estamos desenvolvendo um projeto que procura analisar as potencialidades educacionais do Projetor Estelar nos espaços não formais de ensino, onde serão realizadas exposições com diferentes abordagens. Pois, o instrumento permite a execução de atividades onde os participantes possam controlá-lo e assim realizar uma exploração pelo céu, onde os pesquisadores realizam alguns direcionamentos, desse modo o aparato se torna totalmente interativo.

Também é possível a utilização de apresentações previamente programadas pelos pesquisadores, seguindo um roteiro no qual o Projetor Estelar irá executar diversos percursos. Dessa forma, o Projetor Estelar apresenta e guia os participantes para observação de objetos celestes e aspectos definidos pelo pesquisador. Essa, portanto, é uma forma mais passiva de interação com o público.

Essa liberdade de atuação presente nos espaços não formais de ensino permite que os participantes possam ter uma vivência referente a conteúdos de

Astronomia não estudados no ensino formal ou reforçá-los nos casos de já possuírem um contato inicial.

Conclusão

O Projetor Estelar foi desenvolvido com o intuito de auxiliar a ação e comunicação de professores em relação aos conhecimentos da Astronomia observacional em espaços não formais de ensino. O equipamento se mostrou eficiente nos primeiros testes, com pequenas incertezas, mas que foram aprimoradas e corrigidas ao longo de seu desenvolvimento.

Por conta de seu baixo custo e por apresentar diferentes possibilidades de utilização, ele pode ser replicado por outras instituições interessadas que tenham a infraestrutura básica necessária. Possibilitando que novas avaliações sejam realizadas, refinando e ampliando os usos do Projetor Estelar.

Ele se enquadra e é um bom subsídio para professores, monitores e/ou pesquisadores que busquem se envolver com o ensino da Astronomia em espaços não formais de ensino. Sendo uma TIC com características e qualidades exclusivas.

Também estão sendo realizados ajustes finos e melhorias constantes no aparato como um todo. Existindo a possibilidade do desenvolvimento de pesquisas que foquem especificamente na interface entre o usuário e o Projetor Estelar, de modo a simplificar e ampliar as funcionalidades do instrumento.

Por fim, conclui-se que o Projetor Estelar encontra-se adequado para uso no ensino de Astronomia, permitindo o início de novas pesquisas que buscam investigar as potencialidades educacionais do Projetor Estelar.

Referências

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional comum curricular. **Brasília-DF: MEC, Secretaria de Educação Básica**, 2017.

JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho. **Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica**. Em extensão, v. 7, n. 1, 2008.

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2011.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Educação em Astronomia: repensando a formação de professores. **São Paulo: Escritoras editoras**, 2012.

PEDERSEN, Fernando Augusto. **Desenvolvimento de um Apontador Estelar para o ensino de Astronomia**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Licenciatura em Física. Araras. 2018.

SILVA, Taís Cristina; DA SILVA, Karol; COELHO, Marcos Antonio Pereira. O uso da tecnologia da informação e comunicação na educação básica. In: **Anais do**

Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online. 2016.

A RELAÇÃO ENTRE LIVROS DIDÁTICOS E OUTROS MATERIAIS DE ENSINO: OBJETOS EDUCACIONAIS DIGITAIS SUGERIDOS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA.

THE RELATIONSHIP BETWEEN TEXTBOOKS AND OTHER RESOURCES. DIGITAL EDUCATIONAL OBJECTS SUGGESTED IN THE PNLD PHYSICS TEXTBOOKS.

José Leandro Lima de Souza¹, Tânia Maria Figueiredo Braga Garcia²

¹Universidade Federal do Paraná/Licenciatura em Física/ NPPD - CNPq, jose_leand@outlook.com

²Universidade Federal do Paraná/PPGE/ NPPD - CNPq, tanbraga@gmail.com

Resumo

O tema da pesquisa é a relação entre livros didáticos e outros materiais de ensino. Tem como referência os debates atuais sobre as possibilidades das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para tornar o ensino mais interessante e significativo, considerando que dispositivos como telefones celulares e computadores estão presentes no cotidiano de escolas e dos jovens, inclusive nas populações de baixa renda. Os livros didáticos de Física apresentam sugestões para o uso de outros materiais digitais, em parte por ser requisito das avaliações oficiais e em parte pela presença das tecnologias na vida social. O objetivo da pesquisa é analisar a proposição de sugestões para o uso de simuladores pelos autores dos livros didáticos de Física aprovados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos (PNLD). A partir de critérios definidos, foram selecionados quatro livros para uma primeira análise. Na etapa seguinte foram analisadas as unidades relacionadas à Física Moderna, evidenciando-se que os livros apresentam mais sugestões para o uso de objetos digitais passivos (como vídeos, por exemplo), com baixo potencial de interação dos alunos; e que três dos quatro livros analisados apresentam mais sugestões no manual do professor do que nos livros didáticos dos alunos. Na última etapa foram realizados questionários e entrevistas para entender o ponto de vista dos alunos do Ensino Médio de uma escola pública. Eles demonstraram interesse no uso de simuladores e apontaram sua preferência por objetos educacionais ativos.

Palavras-chave: Materiais didáticos; Programa Nacional do Livro Didático; Simuladores no ensino de Física.

Abstract

The theme of the research is the relationship between textbooks and other teaching resources. The reference is the current debates regarding the possibilities of Information and Communication Technologies (ICT) making teaching more interesting and meaningful, considering that devices such as cell phones and computers are present in the daily life of schools and young students, including in low-income populations. Physics textbooks have added suggestions for the use of other digital materials, partially due to the requirements of the official evaluations and partially as a result of the new technologies available in social life. The objective of

the research is to analyze the proposition of suggestions for the use of simulators by the authors of the Physics textbooks approved by the National Textbook Program (PNLD). After a general analysis of each textbook, units related to Modern Physics were analyzed in four selected textbooks. The analyses showed that the books present suggestions for the use of passive digital objects (such as videos, for example), with low potential for student interaction; three of the four books analyzed present more suggestions in the teacher's manual than in the students' textbooks. Due to such results, questionnaires and interviews were carried out to understand the point of view of the students. They showed interest in the use of simulators and pointed out their preference for active educational objects.

Keywords: teaching materials; National Textbook Program; simulators in teaching physics.

Introdução

A ideia de que a Física é uma disciplina difícil, que depende dos cálculos matemáticos e da qual poucos gostam é muito frequente entre os alunos do Ensino Médio. Conforme apontado por Silva (2018, p. 4), “já é conhecida a imagem do ensino tradicional de Física, que sempre traz consigo formulários e cálculos algébricos, do quadro de giz para as folhas em branco. Muitas vezes não é lembrada como uma disciplina de descobertas do dia a dia, e assim se transforma em uma das disciplinas de maior dificuldade dos alunos de ensino médio”. Também do ponto de vista acadêmico essa é uma questão que desafia pesquisadores do campo da Educação e do Ensino de Física a buscar formas de estimular os alunos ao aprendizado da disciplina; e os eventos da área como o Simpósio Nacional de Ensino de Física reúnem pesquisadores para discutir o tema e propor soluções para os problemas.

Com apoio no conceito de cultura escolar (FORQUIN, 1992) e em pesquisas como as de Garcia (2017) sobre a presença dos livros didáticos na vida escolar, a partir dessas considerações foi proposto projeto de pesquisa que relaciona os livros a outros recursos didáticos, especialmente os objetos educacionais digitais (OED). A intenção foi analisar as contribuições que esses recursos, hoje disponibilizados pelas redes - podem dar no sentido de transformar as condições em que se dá o ensino da Física, estimulando os alunos a uma atitude mais positiva em relação à disciplina, apesar das reconhecidas dificuldades que ela pode apresentar a qualquer pessoa que inicia seu estudo sistemático.

O problema de pesquisa, assim, foi construído em torno da constatação das dificuldades apontadas para o ensino de Física aos jovens, mas também a partir das possibilidades que são apontadas, desde a produção das orientações curriculares do Governo Federal para o Ensino Médio no ano 2000, especialmente as sugestões que são apresentadas nos PCN+, ainda vigente – aguardando a implementação da Base Nacional Curricular Comum. Segundo esses documentos oficiais, é urgente e necessário repensar a forma por meio da qual a escola ensina. Embora ela seja incapaz de solucionar todos os problemas, é possível buscar novos instrumentos educacionais que trazem novas soluções e possibilidades. Muitos recursos estão disponíveis, e não são exatamente novos, mas o acesso das escolas públicas a eles

nem sempre é fácil, considerando-se as condições em que os sistemas públicos brasileiros funcionam.

A cada dia as tecnologias ficam mais frequentes na experiência individual e social dos jovens alunos e muitas já fazem parte de sua vida diária, como os *smartphones* e as redes de *internet*, que estão nas escolas (apesar das dificuldades) e nos equipamentos individuais usados pelos alunos, mesmo os que pertencem aos estratos mais pobres da população. Assim, a pesquisa tem sua justificativa no fato de que as tecnologias estão na vida social, cada vez mais fazem parte do mundo dos jovens e têm se tornado acessíveis mesmo para as camadas mais pobres da população. Para além desse ponto, justifica-se pelas suas potencialidades no ensino e pela necessidade de analisar os recursos que estão disponíveis para o trabalho dos professores das redes públicas, em função dos programas governamentais, como o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa documental utilizou a análise do conteúdo na primeira fase, com a finalidade de examinar os livros didáticos e os manuais de orientação aos professores, os quais são parte constitutiva dos livros didáticos de Física do PNLD. O objetivo é analisar as sugestões de simuladores propostas pelos autores dos livros didáticos de Física aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (BRASIL, 2018) e usados nas escolas. Com a intenção de realizar uma aproximação com a vida escolar, na segunda fase foi realizado um estudo empírico em uma escola pública, aplicando instrumentos de pesquisa para jovens alunos do Ensino Médio.

Para atender a proposta, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: analisar os livros didáticos de Física oferecidos pelo PNLD para a escolha dos professores, verificando se estabelecem relação com outros materiais e recursos de ensino, especialmente os OEDs; localizar, nesses livros, sugestões de websites que apresentem simuladores relacionados ao tema da Física Moderna; analisar elementos da forma e conteúdo dos simuladores, verificando suas possibilidades de contribuição para o ensino e a aprendizagem deste tema; analisar o ponto de vista dos alunos do ensino médio sobre o uso dos simuladores. Quanto aos procedimentos, a pesquisa foi organizada em etapas, como segue:

- a) análise do Guia do PNLD 2018 para verificar os livros mais solicitados pelos professores, segundo os dados do programa;
- b) definição do tema para ser examinado nas obras escolhidas;
- c) leitura dos livros selecionados, tanto o exemplar do aluno quanto o manual do professor para localizar recursos indicados;
- d) análise dos sites sugeridos para encontrar indicações de OEDs;
- e) elaboração de quadros analíticos para evidenciar OEDs sugeridos e classificá-los de acordo com a tipologia de Heidemann (2016).
- f) realização, em uma turma de Ensino Médio, de atividade com um simulador do Efeito Fotoelétrico, escolhido porque todos os livros didáticos analisados sugerem esse simulador. Propositamente, o conteúdo não foi explicado

antes da atividade, com a intenção de verificar algumas relações do conhecimento em pauta com o uso do simulador.

g) aplicação de instrumentos aos estudantes sobre o uso de OEDs no ensino de Física: um questionário socioeconômico e um instrumento didático sobre o conceito de efeito fotoelétrico e o uso do simulador.

Resultados: OEDs nos livros didáticos e o ponto de vista dos alunos

Após a revisão de literatura, foi selecionada a categorização de Heidemann (2016) como referência para as análises dos OEDs. Em sua pesquisa, o autor utilizou duas categorias: OEDs Passivos e OEDs Ativos.

A seleção dos livros didáticos a serem analisados foi realizada a partir da leitura do Guia (BRASIL, 2018), que apresenta a lista de obras aprovadas e uma resenha que descreve cada uma delas. A partir dessa leitura, foram consultados os dados disponíveis no site do PNLD, especialmente sobre os quantitativos de aquisição de cada livro pelo Governo Federal. Como resultado, quatro livros didáticos foram escolhidos:



Fonte: Guia PNLD (2018).

1. Física Ciência e Tecnologia. (v. 3). Autores: C. M. A. Torres, N. G. Ferraro, P. A. de Toledo Soares & P. C. M. Penteadó (2016).
2. Física (v. 3). Autores: J. R. Bonjorno, C. M. Ramos, E. P. Prado & R. Casemiro (2016).
3. Física para o Ensino Médio. (v.3). Autores: Y. Kazuhito & L. F. Fuke (2016).
4. Conexões com a Física. (v. 3). Autores: B. Sant'Anna, G. Martini, W. Spinelli & H. C. Reis (2016).

Entre as obras, destaca-se a presença da que foi mais escolhida pelos professores no último edital (2018). A leitura das obras, de forma integral, evidenciou que uma possibilidade interessante seria focalizar os temas relativos à Física Moderna, por dois motivos. O primeiro está relacionado ao fato de que tema é considerado de difícil ensino e de difícil aprendizagem, o que poderia oferecer uma oportunidade de contribuir para focalizar recursos que facilitam o tratamento didático do tema (PINTO; ZANETIC, 1999). O segundo motivo está relacionado ao fato de que muitas tecnologias disponíveis se apoiam em conhecimentos científicos produzidos que se articulam com esse tema. Assim, definiram-se as obras e o tema que seria pesquisado.

Os OEDs Encontrados Nos Livros Didáticos Seleccionados.

Os resultados das análises foram sistematizados no quadro a seguir, o qual apresenta os OEDs localizados nos quatro livros seleccionados bem como sua categorização, que permite avaliar o grau de participação do aluno que é esperado pelos autores ao propor esses recursos.

Quadro 1. Obras didáticas do PNLD e OEDs localizados nos temas de Física Moderna.

Livro	OED - Manual dos alunos	Categoria	OED - Manual do professor	Categoria
1. Torres et al.	I- Dilatação do tempo - simulador	Ativo	I- Documentário Einstein – vídeo	Passivo
	II- Radiações eletromagnéticas - simulador	Ativo	II- Efeito fotoelétrico – vídeo	Passivo
	III- Modelos atômicos - simulador	Ativo		
	IV- Efeito fotoelétrico – simulador	Ativo		
	V- Espalhamento de Rutherford – simulador	Ativo		
	VI- Fissão nuclear – simulador	Ativo		
2. Bonjorno et al			I- Imaginando o futuro – vídeo	Passivo
			II- Simultaneidade de acontecimentos – vídeo	Passivo
			III- Einstein e o Universo relativístico - vídeo	Passivo
			IV- A saga do Prêmio Nobel 1,2 e 3 – vídeos	Passivo
			V- Efeito fotoelétrico – simulador	Ativo
			VI- Difração - blog da PUC-SP	Passivo
			VII- Mecânica quântica – vídeo	Passivo
			VIII- Transmutação – vídeo	Passivo
			IX- Bóson de Higgs - vídeo	Passivo
3. Kazuhito & Fuke	I- Efeito fotoelétrico- simulador	Ativo	I- A saga do Prêmio Nobel – vídeo	Passivo
			II- Modelos atômicos – simulador	Ativo
4. Martini et al.			I- Dilatação do tempo – simulador	Ativo
			II- Efeito fotoelétrico – simulador	Ativo
			III- funcionamento do LHC – vídeo	Passivo

Fonte: Pesquisa dos autores (2018).

A partir dessa sistematização, alguns resultados podem ser apontados:

- a) Todas as obras didáticas têm sugestões no manual do professor, mas apenas duas apresentam sugestões no livro do aluno.

- b) A maioria dos livros didáticos sugere OEDs passivos, que requerem pouca atividade do aluno.
- c) No livro 1 predominam os OEDs Ativos, indicados no manual do aluno. Essa característica pode ser associada a uma concepção mais ativa de aprendizagem e uma expectativa de que os livros sejam usados pelos alunos também de forma autônoma. A leitura das orientações dadas pelos autores no manual do professor sustenta essa afirmação.
- d) O livro 2, o mais escolhido pelos professores, apresenta sugestões de OEDs somente no manual do professor. Predominam os Passivos, especialmente vídeos. O resultado pode ser associado à opção por uma concepção pedagógica com características da pedagogia diretiva (BECKER, 2001), também identificada em outros elementos das orientações aos professores.

Principais resultados do estudo com os jovens alunos.

Concluída a etapa de análise das obras, foi feito contato com uma escola pública localizada em cidade do interior do Paraná para realizar o estudo empírico. Recebida a autorização, foi realizado o contato com professores para analisar seu ponto de vista sobre vídeos (OEDs passivos) e simuladores (OEDs ativos) que estão disponibilizados para uso no ensino de Física. Um professor e vinte e oito estudantes do último ano do ensino médio participaram do estudo empírico, particularmente para observar o uso dos simuladores.

Embora o professor participante não use o livro didático em suas aulas, sugerindo apenas como leitura complementar para os alunos, relatou que utiliza os simuladores em suas aulas, avaliando que eles aumentam o interesse dos alunos pela disciplina. “Os estudantes começam a ver a física não apenas como uma mera matemática”, diz o professor. Entretanto, o professor apresentou duas dificuldades que enfrenta para utilizar esses materiais nas salas de aula: uma delas é a pequena carga horária da disciplina e a outra é que os alunos chegam ao Ensino Médio “despreparados, dificultando assim a aprendizagem de alguns conteúdos”.

Quanto aos alunos, destaca-se a relação que eles têm com a Física. Dos 28 participantes, 5 alunos falaram que estudam, gostam e entendem os assuntos; 6 disseram que estudam, entendem e não gostam; 11 relataram que gostam, mas não entendem os assuntos; e 6 alegaram que estudam e não entendem. Assim, a maioria dos alunos disse gostar de Física, entretanto, a maioria não entende os assuntos. Se os alunos gostam de Física, porque não conseguem entender? Será pela forma como o conteúdo é apresentado? Ou falta aos alunos buscarem mais conhecimento? As pesquisas sobre as tecnologias podem contribuir para a elaboração de respostas a essas questões.

Dos alunos participantes, 21 afirmaram já terem experiências anteriores com simuladores, porém alguns relataram que é rara a utilização desses tipos de OEDs na escola. Após a realização da atividade, todos os alunos disseram que ela foi interessante, destacando-se aqui alguns comentários: “é mais fácil de visualizar o processo”, “é uma técnica divertida de aprender a matéria”, “sim foi muito interessante, ver algo virtualmente representado que é difícil se ver na realidade”. Quando perguntado se tiveram dificuldades para trabalhar com o simulador, 3

alunos responderam que sim, tiveram; 6 responderam que tiveram um pouco de dificuldade, alegando também que o fato de ser um conteúdo que eles nunca haviam estudado dificultou um pouco o entendimento; e 19 alunos afirmaram que não tiveram dificuldades com o simulador.

Um dos objetivos era verificar se o uso do simulador permitiria aos alunos entender os conceitos que estão sendo trabalhados. Quando questionados sobre o que foi possível aprender sobre o efeito fotoelétrico pela simulação, a maioria dos alunos mostrou ter realizado alguma aproximação com os conceitos envolvidos, como se pode observar nesta resposta: “Aprendi que quanto maior a frequência mais elétrons saíam do metal, e que uma bateria pode aumentar a velocidade”. Entretanto alguns alunos não obtiveram resultado positivo na compreensão do conceito, como no caso do aluno que afirmou: “Os elétrons são liberados conforme a intensidade da luz”. Sabe-se que a emissão de elétrons de uma chapa metálica pelo efeito fotoelétrico depende da frequência da luz emitida e do material da chapa, e não da intensidade da luz.

Por fim perguntados se recomendariam simulações para alguém que deseja aprender Física, dois alunos não responderam a pergunta e 26 alunos responderam que sim, recomendaria. Ressaltam-se alguns comentários registrados pelos jovens: “Recomendaria, pois a simulação torna a aula mais interessante”; “Sim, é mais interessante quando há uma demonstração”; “Sim, é bem mais prático para entender”; “Sim recomendaria, pois dá uma visão do que acontece na prática”.

Assim pode-se dizer que os alunos participantes avaliaram positivamente o uso de simuladores para o ensino de Física. De um modo geral afirmam que com o simulador é possível ter uma “visualização” mais eficiente do fenômeno estudado, tornando assim, o processo de ensino aprendizagem mais interessante o que ressalta o simulador como um elemento motivador.

Considerações Finais

Os resultados da análise documental são relevantes, pois foi possível observar uma relação entre a sugestão dos Objetos Educacionais Digitais e as concepções pedagógicas dos autores das obras, sejam aquelas explicitadas no manual de orientações ou outras implícitas que podem ser inferidas a partir de outros elementos dos livros. É possível destacar o livro 1 - que apresenta a maioria dos OEDs no livro do aluno e na categoria Ativos - como um livro que valoriza a autonomia dos alunos, como já citado antes. E o livro 2, que tem a maioria dos OEDs sugeridos apenas no manual do professor e na categoria Passivos, pode revelar um livro com concepção de ensino e aprendizagem mais tradicionais.

Uma segunda consideração refere-se ao fato de que os alunos têm maior atividade em sala de aula com as simulações, o que pode estimular mais e melhor o aprendizado, tornando as aulas mais interessantes. Eles também têm a chance de uma interação mais ativa nas aulas, o que pode estimular mais e melhor do que uma aula totalmente expositiva. Assim, considera-se que seria interessante que os livros didáticos incorporassem sugestões de recursos didáticos como os OEDs, especialmente no exemplar destinado aos alunos. Nas situações em que o professor não utiliza o livro em sala, mas recomenda a leitura pelos alunos – como observado no estudo empírico – a presença de sugestões no exemplar destinado ao aluno

pode abrir possibilidades de acesso autônomo a um recurso que, para os jovens participantes da pesquisa, contribui para tornar a Física mais interessante.

A partir da atividade realizada, pode-se apontar de forma indiciária as dificuldades para a compreensão dos conceitos, uma vez que o trabalho com os simuladores exige conhecimentos e habilidades prévias, nem sempre explorados ou disponibilizados naquele recurso em uso. Avaliado positivamente pelos alunos, houve necessidade de mediações entre os conhecimentos de Física e o simulador para garantir a compreensão do fenômeno.

Referências

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: ArtMed, 2001.

BONJORNO, J. R.; RAMOS, C.M.; PRADO, E.P; CASEMIRO, R. **Física**. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. **Guia de livros didáticos PNLD 2018: Ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/guia-do-livro-didatico/item/11148-guia-pnld-2018>>. Acesso em 23 jun. 2018.

FORQUIN, Jean-Claude. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria & Educação**, v. 1, n. 5, p. 28 – 49, 1992.

FUKE, L.; KAZUHITO, Y. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva Educação, 2016.

GARCIA, T. M. F. B. Relações de professores e alunos com os livros didáticos de Física. In: Garcia, N.M.D. (Org.). **O livro didático de física e de ciências em foco: dez anos de pesquisa**. 1ed. São Paulo: Ed. da Livraria da Física, p. 117-128, 2017.

HEIDEMANN, D. S. **Entre o impresso e o digital: o papel de materiais digitais mediados pelos livros didáticos de física**. Dissertação (mestrado em educação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

PINTO, A.C.; ZANETIC, J. **É possível levar a física quântica para o ensino médio?** Caderno catarinense de ensino de física, v. 16, n. 1: p. 7-34, 1999.

SANT'ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H.; SPINELLI, W. **Conexões com a física**. São Paulo: Moderna, 2016.

SILVA, K. G. M. **Relatório parcial de iniciação científica**. PIBIC Ações afirmativas. PRPPG/UFPR, 2018.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A. T.; PENTEADO, P.C.M. **Física - Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2016.

SIMUPHOTON: UM SIMULADOR COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DO EFEITO FOTOELÉTRICO

SIMUPHOTON: A COMPUTATIONAL SIMULATOR FOR TEACHING PHOTOELECTRIC EFFECT

Caio Fernando Rocha Silva¹, Rodrigo do Monte Gester², Mateus Gomes Lima³

¹Universidade do Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA – Faculdade de Física, caio@unifesspa.edu.br

²Universidade do Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA – Faculdade de Física, gester@unifesspa.edu.br

³Universidade do Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA – Faculdade de Física, mateus.lima@unifesspa.edu.br

Resumo

Diante da variabilidade de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), no âmbito educacional, a utilização dos simuladores computacionais se destaca como um recurso pedagógico promissor para a *práxis* educativa, sobretudo no ensino de física, reduzindo, em muitos aspectos, as dificuldades na transmissão e visualização de conteúdos considerados como abstratos, como é o caso, por exemplo, do efeito fotoelétrico. Neste trabalho investigamos como uma simulação computacional, intitulada *SimuPhoton*, pode ajudar no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo Efeito Fotoelétrico no ensino médio. Com este simulador é possível manipular os principais parâmetros relacionados ao efeito fotoelétrico, oferecendo aos alunos e professores uma alternativa para o ensino deste importante conteúdo. A metodologia aplicada na pesquisa foi de caráter indutivo qualitativa, ocorrendo a aplicação de questionários de sondagem de conhecimentos e a intervenção didático-pedagógica, com a inserção de atividades práticas. Para a intervenção didático-pedagógica, foi elaborada uma sequência didática baseada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov (3MP), resultando num total de quatro encontros para o desenvolvimento das atividades propostas, tendo como foco a utilização do *SimuPhoton*. Os resultados evidenciam que os alunos aprovaram a simulação computacional, como uma ferramenta atraente para se aprender Física. Entretanto, sua utilização deve ser feita de forma planejada e associada a alguma outra metodologia de ensino, para que o processo de ensino-aprendizagem seja significativo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Efeito Fotoelétrico, TICs, Simulação Computacional, Momentos Pedagógicos de Delizoicov.

Abstract

Given the variability of Information and Communication Technologies (ICT's), in the educational scope, the use of computer simulators stands out as a promising pedagogical resource for educational *praxis*, especially in physics teaching, reducing, in many aspects, difficulties in the transmission and visualization of contents considered as abstract, as is the case, for example, of the photoelectric effect. In this work we aim to investigate how a computer simulation, called *SimuPhoton*, can help the teaching of the content of Photoelectric Effect in high school. With this simulator it

is possible to manipulate the main parameters related to the photoelectric effect, offering students and teachers an alternative for teaching this important content. The methodology applied in the research was of a qualitative and quantitative inductive character, with the application of knowledge survey forms and the didactic-pedagogical intervention, with the insertion of practical activities. For the didactic-pedagogical intervention, a didactic sequence was elaborated based on the methodology of Three Pedagogical Moments of Delizoicov (3PM), resulting a total of four meetings for the development of the proposed activities, focusing on the use of *SimuPhoton*. The results show that the students approved the computer simulation as an attractive tool to learn physics. However, its use must be made in a planned way and associated with some other teaching methodology, so that the teaching-learning process is significant.

Keywords: Teaching Physics, Photoelectric Effect, ICT's, Computational Simulation, Delizoicov Pedagogical Moments.

Simulações computacionais e o ensino de Física

A presença das TICs é perceptível nas mais diferentes áreas do contexto humano e apresenta potencialidades para promover mudanças nas relações do cotidiano refletindo, também no processo de ensino e aprendizagem. Neste aspecto, para Abreu e Abreu (2015), nota-se uma presença cada vez maior da informática no contexto educacional nos últimos anos, o que facilita o acesso das pessoas à educação, a partir de ambientes de ensino virtuais que possibilita aos alunos um maior engajamento entre si, mesmo a longas distâncias, favorecendo a troca de informações e experiências, além de permitir aos professores condições de desenvolver trabalhos, discussões e processos de pesquisa que promovem um ambiente de ensino e aprendizagem mais significativo, envolvendo de forma ativa os alunos nesse processo.

Marcia da Costa (2017) ressalta que a utilização de tais TICs promove um ensino mais abrangente e eficiente, resolvendo alguns problemas do ensino tradicional, sobretudo no ensino de física. Ainda de acordo com a autora, o emprego de tais tecnologias ainda é alvo de debate nos principais centros de formação de professores.

Diversas TICs fazem parte do cotidiano de muitos estudantes e professores. Mas é notável como tais recursos ainda não foram incorporados de forma efetiva no processo de ensino e aprendizagem de física que é caracterizado, em muitos casos, somente pelo uso de equações e conceitos, onde o professor é o agente ativo no processo de ensino e aprendizagem, sendo que as aulas se configuram de forma bastante abstrata, fugindo em muitos casos do interesse dos alunos e não contribuindo para uma aprendizagem significativa (ROSA e ROSA, 2005).

Medeiros e Medeiros definem simulações computacionais como:

...modelos computacionais que operam em representações matemáticas via linguagens de programação e que tem como finalidade fornecer animações que imitam situações e fenômenos reais ou imaginários. (Medeiros, 2002, pag. 79)

Barbosa e colaboradores (BARBOSA, GOMES, *et al.*, 2017) afirmam que o uso de simuladores no ensino de ciências permite que o saber científico seja potencializado, pois permite que professores de física possam trabalhar com seus

conteúdos de forma mais lúdica e que as relações entre causa e efeito entre as variáveis envolvidas possam ser melhor entendidas, ampliando a capacidade de imaginação e intuição dos alunos.

Apesar das inúmeras vantagens, a introdução dos simuladores não pode ser pensada como um fim para promover um ambiente de aprendizagem, ou substituir integralmente a figura do professor durante o processo, sua utilização não deve ser interpretada como um meio para tal finalidade, na mesma medida que requer alguns cuidados em sua inserção.

Outro ponto a ser considerado é a inserção dos conteúdos de física moderna e contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM). Diante das poucas alternativas de simuladores para o ensino dos conteúdos de física moderna, especificamente o Efeito Fotoelétrico, da dificuldade de visualização de conceitos acerca do tema e da constante imersão dos alunos diante das chamadas TICs é que Filho (2010) considera que a utilização e pesquisas sobre uso e produção desta ferramenta pedagógica apresenta considerável relevância na área do ensino, envolvendo essa temática.

Tomando essas considerações e a importância que o Efeito Fotoelétrico tem em aplicações tecnológicas de uso cotidiano (sensores e produção de energia, por exemplo), para o próprio desenvolvimento da física enquanto ciência, das dificuldades relacionadas ao ensino e das poucas alternativas de simuladores sobre esse tema, podemos afirmar que estes são elementos que se destacam como motivadores para a produção da presente ferramenta pedagógica para o ensino de temas relacionados.

Os três momentos pedagógicos de Delizoicov

A inserção dos simuladores no ensino de física deve ser realizada de forma consistente e entendida como uma parte de um processo metodológico-pedagógico. Com base nisso, concepções didática-pedagógicas que proporcionam uma quebra de paradigma no ensino de física devem ser consideradas, como é o caso da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP).

A dinâmica metodológica dos 3MP apresentada por Delizoicov e Angotti (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990) resumem-se em: Problematização inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Na Problematização Inicial são apresentadas situações do cotidiano dos alunos, acerca de um dado tema. Consiste em um diálogo com objetivo de despertar o senso crítico no aluno, visando relacionar o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem ou já presenciaram, mas que não conseguem interpretar de forma completa ou corretamente, porque, provavelmente, não dispõem de conhecimentos científicos suficientes.

A Organização do Conhecimento Físico relevante para o entendimento acerca da temática deve ser feita de forma sistemática sob orientação do professor, em que definições, conceitos, relações e leis apresentadas de forma introdutória, agora devem ser aprofundados.

Durante a Aplicação do Conhecimento, o professor deve elaborar atividades que objetivem capacitar os alunos a articular os conhecimentos trabalhados na construção do conhecimento, com as situações apresentadas na problematização inicial ou, também, com fenômenos que apresentam alguma ligação com os conceitos apresentados

Produção e descrição do simulador computacional

O *SimuPhoton*¹ foi desenvolvido em sua totalidade utilizando o software de modelagem 3D Blender®. Blender é um software de código aberto e gratuito que reúne uma diversidade de recursos computacionais avançados para a produção de imagens tridimensionais, edição de fotos, vídeos, animações, texturização, composição, renderização, criação de ambientes virtuais, modelagem e aplicações interativas em 3D, como jogos e apresentações (BLENDER).

Ao abrir o programa *SimuPhoton* temos a janela inicial apresentada na figura 01 que dispõe de um menu de navegação à direita. Neste menu temos a opção de escolher o menu/item *Fundamentos Teóricos*, por exemplo, onde é apresentado de maneira breve, o contexto histórico e conceitual do efeito fotoelétrico, podendo servir de suporte teórico em uma pesquisa inicial sobre o conteúdo a ser trabalhado.

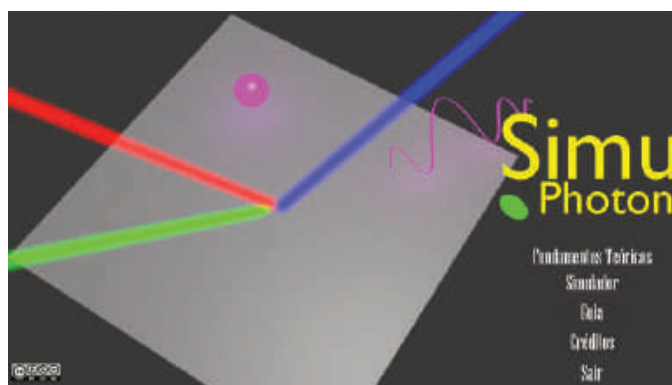


Figura 01: Janela inicial do SimuPhoton.

Fonte: Dados do Autor.

Na opção *Simulador* é apresentado o ambiente de simulação do efeito fotoelétrico, conforme ilustrado na figura 02. Os parâmetros que podem ser variados são:

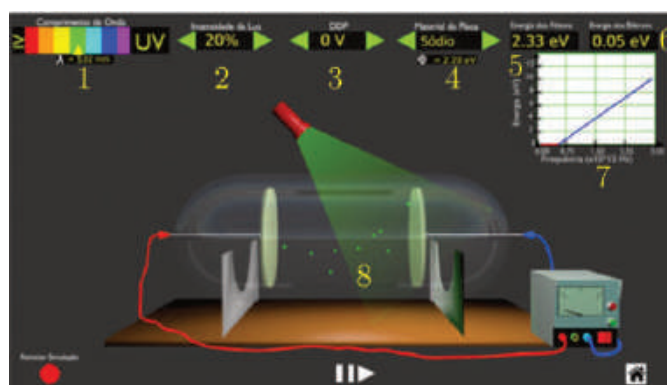


Figura 02: Tela da Simulação. Os números em amarelo indicam os parâmetros que podem ser variados.

Fonte: Dados do Autor.

- 1- Comprimento de onda:** Doze valores discretos e definidos da radiação incidente, indo do infravermelho (IV) ao ultravioleta (UV);

¹ O *SimuPhoton* pode ser acessado e instalado em modo "off line" de maneira gratuita em sistemas operacionais Windows® e encontra-se disponível para testes no sítio: <https://drive.google.com/drive/folders/1bHqUWk94m1iV6B9tjClrDQWZAi2R4yzP?usp=sharing>

- 2- **Intensidade da Luz:** Ajusta a intensidade da radiação sobre a placa, podendo ser variada de 0% a 100% com intervalos de 10%;
- 3- **DDP:** Seletor responsável por estabelecer uma diferença de potencial entre a placa emissora e a receptora do efeito fotoelétrico. Ele pode ter seu valor configurado de -5V à 5V, controlando, assim, o sentido de deslocamento dos fotoelétrons ejetados;
- 4- **Material da Placa:** Apresenta a possibilidade de escolha do material da placa emissora no efeito fotoelétrico. Os materiais disponíveis para a simulação são: Sódio, Zinco, Cobre, Platina, Cálcio e Magnésio;
- 5- **Energia dos fótons:** Exibe o valor da energia de cada fóton incidente sobre a placa emissora em unidades de elétron-volt (eV), de acordo com a hipótese de Einstein da Luz, dada em termos da constante de Planck;
- 6- **Energia dos elétrons:** Exibe o valor da energia cinética dos elétrons emitidos, após a interação da radiação eletromagnética incidente com o material da placa emissora;
- 7- **Gráfico:** Exibe a curva característica do efeito fotoelétrico, de acordo com o elemento químico para a placa emissora escolhido;
- 8- **Elétrons ejetados:** Representação lúdica do elétron emitido, após a absorção de energia do fóton incidente. A velocidade desses elétrons depende do comprimento de onda escolhido e do valor de DDP.

A metodologia da intervenção didática-pedagógica

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado basicamente em duas etapas. A primeira com a produção do simulador computacional em si e a segunda, onde foi observado e analisado o efeito do uso deste simulador em um ambiente real de ensino, em conjunto com a metodologia dos 3MP de Delizoicov.

A intervenção didática-pedagógica foi executada conforme a sequência organizada no quadro 01. O *locus* da intervenção foi o Instituto Federal do Pará (IFPA), campus industrial, localizado na cidade de Marabá, no Sudeste Paraense, com uma turma de 22 alunos do terceiro ano do EM.

A metodologia para a análise da intervenção apresentou um caráter qualitativo, pela natureza da abordagem de um estudo de caso que se baseou nas impressões dos alunos durante o processo. E quantitativo, ao considerar a avaliação objetiva da intervenção, quanto aos aspectos técnicos, pedagógicos e quanto ao conteúdo, como propõem alguns autores (VIEIRA, 1999).

Quadro 01 – Organização dos Três Momentos Pedagógicos com foco temático: Efeito Fotoelétrico².

Momento	Nº de encontros	Atividades
Problematização inicial	1	I. Questionário Prévio. II. Apresentação de vídeos: Portas de Shopping e Acendimento automático das luzes de poste. III. Problematização do tema e questionamentos. IV. Diálogo entre os alunos e professor.

² Todos os questionários de investigação de conhecimentos prévios, roteiro de atividades com o *SimuPhoton*, questionários avaliativos, mapa conceitual e a sequência didática em que estes foram aplicados estão disponíveis no mesmo sítio da primeira nota de rodapé.

Organização do conhecimento	2	I. Aula expositiva: O efeito fotoelétrico. II. Atividade executada no laboratório de informática, com auxílio do simulador SimuPhotone de um roteiro de atividades.
Aplicação do conhecimento	1	I. Aplicação de questionário objetivo II. Preenchimento de um mapa conceitual III. Avaliação das aulas com uso do simulador

Fonte: Dados do Autor.

Resultados e discussões

A avaliação da intervenção didática, segundo os 3MP de Delizoicov, e do simulador *SimuPhoton* foi realizada através de um questionário, contendo uma questão subjetiva, em que vinte e dois alunos expressaram suas opiniões acerca da metodologia utilizada e do próprio simulador, além de outro questionário objetivo, contendo sete perguntas a respeito da experiência de cada aluno com o simulador.

A questão realizada foi: **Quais são suas impressões a respeito das aulas com uso de simuladores? Destaque, se possível, pontos positivos e negativos da utilização desse tipo de recurso e se você tem preferência, ou não, por esse tipo de metodologia.**

As respostas subjetivas dessa pergunta foram agrupadas em três categorias, com os respectivos padrões avaliativos e seus percentuais sintetizados no quadro 02.

Quadro 02: Padrões das respostas subjetivas.

Padrão Avaliativo	%	Exemplo – Avaliação qualitativa
Consideram as aulas com a metodologia (3MP) associada ao simulador boas, levando em conta atratividade, facilidade e praticidade.	73%	<i>“As aulas com uso de simuladores são mais ricas e permitem um maior entendimento do conteúdo. Os pontos positivos são a visualização prática do conteúdo e a interação do aluno e aparentemente não vejo pontos negativos. E sim, tenho preferência para o uso desta ferramenta.”</i>
Consideram as aulas com o simulador prática e objetiva. Porém, não consideram a metodologia (3MP) muito proveitosa, ou que requer outras adaptações.	18%	<i>“Gosto de aulas com simuladores, porém ainda encontro dificuldade para aprender o assunto, por conta de não estar acostumada com a abordagem usada pelo professor.”</i>

Consideram as aulas com a metodologia (3MP) boas, mas apresentam dificuldades no uso do simulador.	9%	<i>“O uso do simulador foi uma forma de aprendizagem produtiva, ponto negativo é que apresentei dificuldade em manusear o simulador, devido o tempo curto.”</i>
--	-----------	---

Para a avaliação das respostas objetivas acerca do simulador foi utilizado um questionário objetivo contendo sete perguntas (quadro 04), em que os alunos escolhiam as opções apresentadas no quadro 03:

Quadro 03: Espectro com as possíveis repostas para avaliação do simulador.

S	PP	P	PM	N	NA
Sim	Parcialmente com POUCAS Restrições	Parcialmente	Parcialmente com MUITAS restrições	Não	Não se aplica

Quadro 04: Avaliação da experiência de uso do *SimuPhoton*.

	Quesitos para avaliação do software	S	PP	P	PM	N
Q1	O uso da simulação ajudou você a compreender melhor o conteúdo?	72%	18%	10%	—	—
Q2	Você apresentou dificuldades em manipular o software?	13%	23%	—	4%	60%
Q3	Para você a interface gráfica (Janela, botões e animações) é considerada atraente para sua utilização?	54%	18%	28%	—	—
Q4	Em aulas de física você já utilizou outro software para aprender algum conteúdo?	54%	10%	—	22%	14%
Q5	Você aprova a utilização de simulações durante as aulas de física?	50%	46%	—	4%	—
Q6	O uso do software foi importante para a solução das atividades proposta?	90%	5%	5%	—	—
Q7	Durante a utilização do software foi notado travamentos, lentidão, comandos “defeituosos”?	23%	15%	15%	1%	46%

Conclusão

Neste trabalho, utilizamos o simulador computacional *SimuPhoton*, um simulador gratuito, com o objetivo de auxiliar o ensino da Física Moderna e Contemporânea no nível médio, abordando o tema Efeito Fotelétrico, sendo uma proposta alternativa de recurso pedagógico para professores e alunos da educação básica.

A partir dos resultados apresentados, consideramos que o simulador propiciou um ambiente de aprendizagem relevante, dentro do contexto da metodologia didático-pedagógica dos 3MP. Percebemos que os alunos tiveram uma nova visão a respeito das aulas de física, indo além de problemas tradicionais que em sua maioria correspondem a memorização de equações e utilização em exercícios mecânicos, sem uma significação dos conceitos ou relação com aplicações cotidianas. Esta prática pedagógica permitiu mostrar que o conteúdo apresentado se faz importante quanto sua aplicabilidade, além de tornar as aulas mais dinâmicas, dialogadas e centradas na figura do aluno como construtor do seu conhecimento.

A utilização de simuladores no ensino de física pode contribuir de maneira significativa para o processo de ensino-aprendizagem, podendo, se bem direcionado e tomando os devidos cuidados, trazer muitos benefícios, além de se tornar um recurso pedagógico motivador, dando aos alunos a possibilidade de explorar conceitos de forma dinâmica, em relação aos meios tradicionais.

Referências

- ABREU, L. M. A. D.; ABREU, H. C. D. A. O Impacto da informatização no ambiente escolar no êxito educacional dos alunos. **Pedagogia em ação**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, 2015. ISSN 2175-7003.
- BARBOSA, C. D. et al. O uso de simuladores via smartphone no ensino de física: O experimento de Oersted. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017. ISSN 13. 10.14808 / 2017.012712.
- BLENDER. Blender features. **Blender Org**. Disponível em: <<https://www.blender.org/features/>>.
- COSTA, M. D. **Simulações computacionais no ensino de física: revisão sistemática de publicações da área de ensino**. UEL. Curitiba. 2017. (2176-1396).
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.
- FILHO, G. F. D. S. **Simuladores computacionais para o ensino de física básica: uma discussão sobre produção e uso (Dissertação de Mestrado)**. UFRJ. Rio de Janeiro. 2010.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, p. 77-86, Junho 2002. ISSN 2.
- ROSA, C. W. D.; ROSA, Á. B. D. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005.
- VIEIRA, F. M. S. Avaliação de software Educativo: Reflexões para uma análise Criteriosa. Disponível em: <www.edutec.net/Textos/Alia/Misc/edmagali2.htm>.

UM MÉTODO (?) COMPLETAMENTE NOVO (?) PARA ENSINAR (?) FÍSICA

NEW(?) METHOD(?) OF TEACHING(?) PHYSICS SCIENCE(?)

Carlos Magno Sampaio¹, Antônio Joaquim Severino²

¹Universidade Nove de Julho - Uninove/PPGE, magno@usp.br

²Universidade Nove de Julho - Uninove/PPGE, ajsev@uol.com.br

Resumo

O presente artigo é resultante de pesquisa teórica e integra uma dissertação¹ de mestrado, cujo propósito foi discutir se os fundamentos epistemológicos dessas modalidades, que vem sendo defendidas e implantadas em processos pedagógicos, podem proporcionar condições adequadas para formação do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem. Após descrever e caracterizar as estratégias denominadas “Metodologias Ativas”, bem como analisar o teor da proposta de sua utilização, que decorre de políticas educacionais que lhe conferem uma posição de destaque e caráter inovador, principalmente quando articulada às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Conclui-se, assim, que estão sendo concebidas e aplicadas de maneira técnica, com resultados restritos no que se refere ao ensino e aprendizagem significativos, apresentando ainda fragilidades em termos de fundamentação epistemológica e a incorporação de um viés mercantilista que acaba prejudicando a proposta dos processos ativos almejados, que são reconhecidamente necessários.

Palavras-chave: Metodologias ativas, formação de conceitos, concepções alternativas, Teoria histórico-cultural, inovação no ensino.

Abstract

This article is the result of theoretical research and integrates a master's dissertation, whose purpose was to discuss whether the epistemological foundations of these modalities, which have been defended and implemented in pedagogical processes, can provide adequate conditions for the formation of knowledge in the teaching and learning process. After describing and characterizing the strategies called “Active Learning”, as well as analyzing the content of the proposal for its use, which results from educational policies that give it a prominent position and an innovative character, especially when articulated with the Digital Technologies of Information and Communication. It is concluded, therefore, that they are being conceived and applied in a technical way, with restricted results with regard to significant teaching and learning, still presenting weaknesses in terms of

¹ A pesquisa realizada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação pela Universidade Nove de Julho – Uninove/ SP contou com a ajuda financeira pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP) com a bolsa concedida pela modalidade II.

epistemological foundation and the incorporation of a mercantilist bias that ends up harming the proposal of the targeted active processes, which are recognized as necessary.

Keywords: active learning, concept formation, alternative conceptions, historical-cultural theory, educational innovation.

Introdução

O desafio da escola, enquanto invenção humana de institucionalização do ensino formal é de tornar possível a aquisição de conhecimento, ou seja, encontrar meios de ensino e instrução cada vez mais adequados à apropriação desse bem cultural por todos os indivíduos, considerando que, uma vez que o conhecimento evolui e se torna cada vez mais ligado à tecnologia, é preciso pensar em estratégias para organizar o ensino desse conhecimento de forma também mais evoluída e entrelaçada com a tecnologia. Neste diapasão, tem crescido a diversidade de estratégias de ensino ativo, que procuram trazer o aluno para o centro do processo educativo, como protagonista de sua própria aprendizagem e ao mesmo tempo deslocar a figura de um professor detentor e centralizador da informação para a de um mediador, um curador, um parceiro mais experiente, facilitador do aprendizado (BACICH, 2016; MORAN, 2017).

Nas décadas recentes, estratégias de ensino ativo ganharam destaque, evidenciando a necessidade da formação de professores e alunos em paralelo à tendência globalizante em torno desse tema, que tem se popularizado no Brasil como “metodologias ativas”. O que nos leva a proferir algumas indagações, dentre elas o título deste artigo, que é, ao mesmo tempo, uma homenagem e uma provocação: “Metodologias Ativas: um novo (?) método (?) para ensinar(?)”.

Provocação por se tratar de uma investigação que também tem o sentido de averiguar se há realmente algo novo de caráter inovador e homenagem, por ser um título emprestado do artigo do Professor Luis Carlos de Menezes (1980), “Novo (?) método (?) para ensinar (?) Física (?)”. Há 40 anos ele escreveu:

Um grande número de educadores, hoje em dia, está muito próximo dos analistas de sistema: Falam o mesmo jargão pobre, usam os mesmos inevitáveis diagramas e têm a mesma fascinação por teste. Para eles o professor é o operador de uma máquina programável ou é a própria máquina. Ora, poderá pensar o leitor, não é justo estar “malhando” a moderna educação científica, forma científica de ensinar ciência. Que mal há em reduzir o processo educacional a uma sequência de operações objetivas? O mal está todo nisto mesmo: na medida que o aluno é tomado como paciente do processo, a passividade é o aprendizado mais indelével. Se se busca um ser ativo resultante da Educação, na própria Educação ele deve ser agente. Outra importante decorrência da passividade imposta ao educando, presente tanto na “científica” educação como na tradicional arenga expositiva, é a cristalização do conteúdo (MENEZES, 1980; p.95).

A associação dos professores a analistas de sistemas é pertinente ao modelo de educação e ao processo de ensino e aprendizagem que queremos superar. Evoca uma prática educacional compatível com e tendência liberal renovada, da escola nova, onde o professor se presta a inserir dados informacionais ao aluno, visto como uma máquina programável, sendo o professor o operador e, talvez, se sentindo uma máquina também: uma máquina que possui informações que podem ser transmitidas para outras máquinas. Categoria fundamental do ensino

expositivo e da condição passiva do aluno e, também, nos remete a uma percepção positivista e tecnicista de educação, em que o aluno pode ser moldado, programado.

Mas em que consiste a metodologia ativa, e o que faz com que se avulte agora a mudança nas práticas didáticas?

Essas iniciativas trazem um cardápio de atividades que visam uma desenvoltura mais independente e participativa dos estudantes em atividades escolares, descentralizando a figura de um professor detentor do conhecimento e transmissor único de informações. Como os estudantes estão imersos numa vida profundamente afetada pela tecnologia, nas atividades de aprendizagem ativa, valoriza-se o uso da tecnologia (BACICH, 2016; MORAN, 2017) o que não poderia ser mais adequado, apesar de não ser uma condição obrigatória.

Podemos caracterizar como metodologias ativas as estratégias pedagógicas que contrastam com o chamado ensino tradicional, colocando o aprendiz no foco do processo ensino aprendizagem, de acordo Valério (2018). As práticas pedagógicas que são aplicadas de forma a motivar, envolver os alunos, engajá-los com atividades práticas individuais ou coletivas e nas quais os alunos sejam protagonistas da sua aprendizagem, caracterizam-se como exemplos de práticas ativas, ensino ativo, metodologias ativas (MORAN, 2017).

Diferente de uma posição subserviente e passiva em que só se copia, ouve e assiste exposições, característica marcante da escola tradicional, por meio das metodologias ativas, busca-se criar situações de aprendizagem em que os sujeitos façam coisas, coloquem conhecimentos em ação e realizem operações, pensem e conceituem o que fazem, construam conhecimentos sobre conteúdos envolvidos nas atividades que realizam e, também, desenvolvam estratégias cognitivas, suas capacidades críticas e reflexivas sobre suas práticas, aprendam a conviver e interagir com seus pares e o professor, explorem atitudes e valores pessoais, sociais e culturais (MORAN, 2015; BACICH, 2016).

As metodologias ativas são então definidas de uma maneira geral como estratégias pedagógicas criadas para envolver os alunos num processo de ensino aprendizagem que enseje um comportamento ativo, engajado e de significado – que pensem no que estão fazendo. Que realizem atividades que os situem dentro de um contexto e que os auxiliem no desenvolvimento de estratégias cognitivas e no processo de construção de conhecimento.

O Pêndulo da Educação

Propostas ativas em processos educacionais não são novidade. Na verdade, é centenária, marcando o fim do século XIX e início do século XX, onde resgatamos os fundamentos das metodologias ativas. Autores como John Dewey (1859-1952), por exemplo, considerado um dos pioneiros da concepção ativa de aprendizagem, já defendia ideias do ensino ativo, considerando o interesse dos aprendizes, a capacidade de resolução de problemas, a autonomia e aprender fazendo.

Para Libâneo (2006), a acepção do termo liberal, que se aloja à pedagogia liberal, é uma manifestação própria da sociedade capitalista e na qual se enceta a pedagogia liberal tradicional, a pedagogia liberal renovada (também denominada escola nova ou ativa) e a pedagogia liberal tecnicista, que surgiram como justificativa desse sistema, cuja lógica é a organização social baseada na propriedade dos meios de produção --- a sociedade de classes. Ele também assevera que as

tendências liberais têm deixado marcas profundas na educação brasileira num passado recente, oscilando nas suas formas ora conservadora, ora renovada, ressaltando que ainda que muitos professores não se deem conta dessa oscilação, elas se manifestam concretamente nas práticas escolares e no ideário pedagógico.

Para Libâneo (2006), na escola ativa, o aluno deve ser o sujeito do conhecimento, se propõe um ensino centrado no aluno e em que se valorize a atividade com experiência direta sobre o meio. Ele nos chama a atenção para a versão dessa tendência liberal, que fora difundida pelos “Pioneiros da Educação Nova”, a partir de seu principal representante, Anísio Teixeira (1900- 1971), que ao usar o termo “educação progressiva”, originou a designação renovada progressivista, ou pragmática. Esta tendência inspirou-se, como já foi dito, no filósofo e educador norte-americano John Dewey, mas foi influenciada por Montessori, Decroly e, de certa forma, Piaget.

Em relação à pedagogia tradicional, partindo da perspectiva do ideário da Escola Nova de entender a educação, deslocou-se o eixo da questão pedagógica do professor para o aluno; “para uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia”, “trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender” (SAVIANI, 1994, p.21).

A preocupação com os métodos pedagógicos presentes no escolanovismo que acabam por desembocar na eficiência instrumental de um pragmatismo montante, permitiu a articulação de uma nova tendência: a pedagogia tecnicista (SAVIANI, 1994, p.23). Nessa tendência liberal, a partir das metas econômicas, sociais e políticas da sociedade é que deve estar subordinada a preparação dos indivíduos na escola. A educação assume como função a qualificação da mão de obra industrial, a preparação para o mundo do trabalho, o treinamento (inclusive científico) comportamental para se ajustar às metas da sociedade industrial e tecnológica. Preconizam-se as técnicas de descoberta e aplicação em detrimento do conteúdo da realidade, que não é tido como essencial (LIBÂNEO, 2006, p.23).

No tecnicismo, o que está em pauta são as competências que devem ser desenvolvidas com vistas ao mercado de trabalho, cabendo na atuação da escola, transmitir eficientemente informações precisas, objetivas e rápidas, deslocando o foco da escola para o aperfeiçoamento da ordem social vigente, ou seja, atender à lógica capitalista, articulando-se diretamente ao sistema produtivo (LIBÂNEO, 2006, p.28). Para Saviani (1994), embora a pedagogia nova também dê grande importância aos meios, como na tecnicista, há uma inversão da seta, pois enquanto na pedagogia nova os meios ficam à disposição do professor-aluno, na tecnicista os professor-alunos estão submetidos aos meios.

Severino (2017) ressalta que essa perspectiva tecnicizante, resultante da completa impregnação da cultura contemporânea pelo exacerbado pragmatismo, toma a prática da atividade educativa cada vez mais como mero aparelhamento técnico para operações funcionais, já que o que se projeta e se tem como foco é “a capacitação para o manejo de funções técnicas ou tecnicizadas no mundo da produção, sejam elas relacionadas ao comando operacional dos diversos campos do conhecimento científico e tecnológico ou sejam pertinentes à condução dos empreendimentos culturais” (SEVERINO, 2017, p.8).

Muitos autores contribuíram, em outros tempos, para que contemporaneamente ressurgissem, em novos contextos, novas denominações e

diferentes abordagens, os desejos de alunos ativos em sua aprendizagem, mas o que constatamos, quase um século depois, é que ainda encontramos, no ensino, tanto as marcas do ensino tradicional quanto o revigoramento da expectativa, como o movimento de vaivém de um pêndulo.

O impacto político na gestão educacional

Políticas educacionais, como o Programa São Paulo Faz Escola (2008-2018) e, recentemente, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC -2018) e a Reforma do Ensino Médio (lei 13.415/2017), o Novo Currículo Paulista e Programa Inova, ambos implementados em 2020 pelo Governo do Estado de São Paulo. É importante ressaltar que a estes últimos (e atuais), está articulado um movimento crescente que anseia o abandono de práticas de ensino que se baseiem em mera aula expositiva, memorização de informações descontextualizadas, a figura do professor como centralizador de informação e conhecimento, e tudo aquilo que normalmente está associado ao chamado ensino tradicional.

Há uma atmosfera de mudança que paira sobre o ensino, proporcionada por vários segmentos da sociedade, que, de forma entusiasmada, oferece alternativas para práticas de aulas onde se visa o aluno-protagonista, onde ele possa ser mais autônomo e ter mais engajamento com o seu processo de aprender continuamente, característica considerada como basilar para o ensino no século XXI. O professor é um elemento importante nesse processo como mediador entre o aluno e a cultura (inclusive a digital) e não mais como um mero transmissor de informações que supostamente serão convertidas em saberes. Com o inegável avanço da tecnologia móvel de dados, a informação está em toda parte, acessível, descentralizada. Logo, o novo paradigma escolar conta com a tecnologia como aliada do ensino, permitindo que a dinâmica de ensinar e aprender finalmente se reinventem. É assim que entra em cena uma das vertentes mais significativas do movimento de inovação do ensino, que segue pela via do termo “metodologias ativas” e que, apesar de não ser a única de suas possibilidades, invariavelmente se mostra associada, conectada, interligada com as Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação – TDIC.

Contudo os processos ativos almejados e reconhecidamente necessários nas situações de produção do conhecimento e de realização do ensino/aprendizagem só se legitimam como mediadores da educação quando marcados também pela historicidade, ou seja, considerando que nosso modo de pensar e agir muda com o tempo histórico: o modo de conceber o mundo, a realidade, as ideias, visões e interpretações são históricas. Isso demonstra que, ao assumir categorias como mediação, cultura e historicidade, as contribuições de Vygotsky é que podem levar ao esclarecimento do sentido da educação em seu vínculo aos processos socioculturais envolventes. Além disso, subentende-se, ou deveria se subentender, que sendo “ativas”, as metodologias são guiadas por uma teoria para as atividades. Cabe ressaltar, que se o propósito das metodologias ativas é uma insurgência contra as metodologias passivas, que estão enraizadas no processo de ensino e aprendizagem pela herança da pedagogia liberal tradicional, há que se considerar que o contrário de passividade (entendida como paciente, ou seja, receptor passivo) é atividade (entendida como agente, unidade dialética receptor- transmissor). Assim, é razoável pensar que o aspecto fundante em debate seja uma teoria que ilumine a atividade. Logo, a Teoria da Atividade, de Leontiev, é que parece ser a mais apropriada.

Podemos constatar que também é fato termos cada vez mais explicita a incorporação empresarial da educação produzindo a mercantilização e o tratamento da educação como mercado. A título de exemplo podemos citar que em 2006, no Programa de Desenvolvimento da Educação (PDE) o Governo Federal assumiu a denominação “compromisso Todos pela Educação” e o apresentou como “uma iniciativa da sociedade civil e conclamando a participação de todos os setores sociais, esse movimento é constituído, de fato, como um aglomerado de grupos empresariais” (LEHER, 2010).

Cabe ressaltar que esse mesmo grupo de empresários, denominados “Todos pela educação”, tiveram uma atuação muito forte tanto da reforma do ensino médio quanto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pressionando o poder público para aprová-las, como é o caso do “Movimento pela Base Nacional Comum”, que contou com o apoio do Instituto Península que produziu vários vídeos “explicativos” sobre a BNCC e do Instituto Natura, que também apoia a implantação de Escolas de Tempo Integral e que, junto ao Instituto Corresponsabilidade pela Educação, por exemplo, ajudou a implantar das escolas do Programa de Ensino Integral da Secretaria do Estado de São Paulo. O Instituto Ayrton Senna, que também compõe esse movimento, vai atuar em 2020 na implantação do programa paulista INOVA. Várias das corporações que compõem o movimento “Todos pela Educação”, como Fundação Lemann, Itaú Social, Instituto Unibanco e Fundação Roberto Marinho, defendem e divulgam o uso das metodologias ativas por meio de suas instituições e fundações e obviamente os documentos oficiais citados também.

Ao comentar a oportunidade de valorização da educação por meio da agenda “Compromisso Todos pela Educação”, Saviani (2007, p.1251) já nos asseverava de que “é preciso cautela para não cairmos na ingenuidade de acreditar, sem reservas, nas boas intenções que agora, finalmente, teriam se apoderado de nossas elites econômicas e políticas”. Demonstrando preocupação de que tal proposta, sob o pretexto de modernizar a educação, poderia estar atendendo mais a outros interesses, visto que está no interior de uma lógica instrumental e consumista, própria do neoliberalismo.

O movimento em torno das metodologias ativas está mergulhado no mundo fortemente vincado aos adventos da tecnologia. A partir das metodologias ativas, há um vetor na direção que pretende a formação dos sujeitos para uma atuação num mundo dominado pela tecnologia e outro vetor que aponta para a articulação com a tecnologia dinamizando, modernizando a educação. Esse é o aspecto que “grosso modo” representa inovação. Entretanto, apesar dessa articulação (MILL, 2010 apud BACICH, 2016, p. 23) “é um equívoco pensar que inovação tecnológica é, necessariamente, inovação pedagógica”.

É pertinente fazer uma reflexão a respeito da modernização dos processos de ensino e aprendizagem em que se faz o uso de vídeos em plataformas de *streaming*, por exemplo. Constata-se que as práticas ensejadas nesse contexto, seja para a produção ou a publicação de conteúdos de ensino, carregam pautas que transcendem as dimensões pedagógica e didática, trazem em seu bojo a possibilidade de novos mercados lucrarem. Valério (2018) nos adverte que embora haja iniciativas públicas e institucionais, para a produção e disponibilização de materiais on-line, a maior parte dos softwares, plataformas e repositórios dos conteúdos de ensino (incluindo vídeos) vem da iniciativa privada. “São ferramentas para criar apresentações, questionários interativos, murais virtuais, atividades

individuais ou colaborativas e, inclusive, avaliar os trabalhos dos estudantes”, explica ele. Na análise trazida à baila, expõe-se a categoria mercantilista, presente no fato, por exemplo, de que as grandes plataformas de distribuição digital de vídeos bonificam monetariamente as visualizações e ainda vinculam contratos comerciais publicitários ao seu conteúdo, “de modo que seria altamente rentável defender e promover um cenário educativo onde todo estudante consuma compulsoriamente conteúdos na rede *web*” (VALÉRIO, 2018).

Mas também podemos incluir a categoria “formação conceitual” nessa análise, visto que tendo uma plataforma “aberta” para qualquer tipo de publicação, isto é, científica ou não, é fácil constatar o risco de conceitos espontâneos (ingênuos) serem confrontados com conceitos científicos, como a Terra plana, energia infinita, moto-perpétuo e tantas outras fakes na Ciência.

Dentre várias considerações e críticas geradas à concepção construtivista da educação, as ideias alternativas presentes nos conceitos espontâneos se mostraram antagônicas ou conflitantes com os conceitos científicos, gerando uma tendência de pesquisas na linha de concepções espontâneas, que se concentram, prioritariamente, no ensino de ciências naturais. Essa temática, nos lembra Langhi (2011), identifica-se o final da década de 1970 e que tais ideias de senso comum foram tão marcantes nas pesquisas em ambiente escolar que se tornou uma das principais linhas de investigação na Didática das Ciências em todo o mundo.

Apesar dos autores que trataram do ensino híbrido terem considerado a intencionalidade da ação educativa, a orientação dos alunos e o cuidadoso planejamento da atividade, ao incorporar como inovadora a ideia de mesclar, ou hibridar aula, descuidando das fontes a serem tomadas pelos alunos como conhecimento científico, o que pode ocorrer, como consequência, é o agravamento do que já acontecia sem os recursos hoje tão acentuados pela internet. O número de pessoas que acreditam na teoria de que a Terra é plana, de que o homem nunca tenha pisado na Lua, de que as vacinas é que espalham epidemias é cada vez maior².

A mudança conceitual, que por quase três décadas foi objeto de exaustivo estudo dentro da linha de investigação construtivista de concepções prévias ou intuitivas, não alcançou o sucesso esperado como teoria de ensino. Esse fato decorre das dificuldades em romper os obstáculos epistemológicos que nos apontou Bachelard(1996), fazendo com que os alunos continuem (ou retornem) aderindo às concepções intuitivas como representação da realidade, sem rupturas. Para Brockington (2011), isso continua acontecendo porque “não foi possível estabelecer um quadro teórico capaz de explicar por que, mesmo fazendo uso de situações de conflito”.

Considerações finais

Diante dos aspectos aqui levantados, o movimento em órbita das metodologias ativas resgata algumas características de tendências pedagógicas que já sofreram certo desgaste e foram até superadas em alguns aspectos, o que não justifica dizer que são novos métodos. Constata-se que estão sendo concebidas e aplicadas de maneira técnica, com resultados restritos no que se refere ao ensino e aprendizagem significativos, apresentando ainda fragilidades em termos de

² Veja-se a atual pandemia causada pelo COVID-19.

fundamentação epistemológica e a incorporação de um viés mercantilista que acaba prejudicando a proposta dos processos ativos almejados, que são reconhecidamente necessários.

Em nossa busca da especificidade dos conceitos científicos, é fundamental percebermos que o seu conteúdo comporta diferentes níveis de desenvolvimento mental e que não se limitam a captar apenas o aspecto empírico externo observável dos objetos e fenômenos. Essa diferenciação já foi feita por Vygotsky, quando diferenciou os conceitos espontâneos dos conceitos científicos e também na forma de sua apropriação e de reelaboração. O aprendizado deve ser considerado ativo, justamente quando ocorre o desenvolvimento das funções mentais superiores, quando o conceito espontâneo consegue ser superado pelo conceito científico e essa barreira, essa distância é que precisa a ser vencida pela interação social.

Referências

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. São Paulo. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996.

BACICH, Lilian. **Implicações da organização da atividade didática com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de Ensino Híbrido**. 2016. Tese (Doutorado em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/T.47.2016.tde-19092016-102157. Acesso em: 05 Nov 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Versão Final. Brasília: MEC, 2018. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-versão.revista.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2019.

BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e Educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LANGHI, Rodolfo. **Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 373-399, jan. 2011. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p373>>. Acesso em: 22 set. 2019.

LEHER, Roberto. **Educação no governo de Lula da Silva: a ruptura que não aconteceu. Os anos Lula: contribuições para um balanço crítico 2003-2010**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2010, v. 1, p. 369-412.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. 21ª. São Paulo: Loyola; 2006.

MENEZES, Luis Carlos. Novo (?) método (?) para ensinar (?) Física (?). **Revista de Ensino de Física**, v. 2, n. 2, p. 89-97, 1980.

MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas e modelos híbridos na educação**. (Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática). 2017. Disponível em <http://www2.eca.usp.br/moran/>. Acesso em 07 de mar. 2018.

MORAN, José Manuel. **Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje**. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando Mello (Orgs). Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2015.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política!** 20. ed. Campinas, SP: Mercado das Letras, 1994.

SAVIANI, Dermeval. O Plano de Desenvolvimento da Educação: análise do projeto do MEC. **Educ. Soc.** , Campinas, vol. 28, n. 100 - Especial, p. 1231-1255, 2007. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>, acesso em 22 dez. 2018

VALÉRIO, Marcelo. **Autonomia de professores na sala de aula invertida: uma análise sobre a profissionalidade e a racionalização da prática docente**. 2018. 131 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 2018.

Linha 5

Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de Física

Posters

Metodologias de pesquisa baseada em design; pesquisas voltadas ao planejamento, construção e avaliação de recursos e ambientes mediados por tecnologias (materiais multimídia e hipermídia, recursos audiovisuais, tecnologias digitais); ensino de Física à distância; tecnologia e o engajamento interativo no ensino de Física.

UMA PROPOSTA DE BAIXO CUSTO DE INTERFERÔMETRO DE MICHELSON NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA

A LOW COST MICHELSON INTERFEROMETER PROPOSAL FOR MODERN PHYSICS TEACHING

Gabriel A. Caritá¹, Matheus N. S. Silva², João T. Carvalho-Neto³

¹Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Departamento de Estatística, Matemática Aplicada e Computação/gabrielcarita@gmail.com

^{2,3}Universidade Federal de São Carlos/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, ²matheusnavi@hotmail.com, ³jteles@ufscar.br

Resumo

O interferômetro de Michelson possui grande importância para o desenvolvimento da Física Moderna e é amplamente utilizado atualmente em aplicações científicas e tecnológicas. Apesar disso, todas as propostas experimentais de baixo custo com aplicação no ensino de Física (salvo alguns trabalhos de simulação) têm se limitado a aplicações óticas. Em função disso, propomos um interferômetro de baixo custo para observação das linhas espectrais de emissão de gases, cujos fundamentos estão alicerçados em conceitos básicos da Mecânica Quântica aplicada a átomos e moléculas. Para atingir esse objetivo, desenvolvemos um transdutor eletromecânico micro controlado para deslocar um dos espelhos do conjunto em três graus de liberdade, com tamanho de passo de 18 nm. Descrevemos o aparato experimental desenvolvido até o momento juntamente com os resultados experimentais preliminares. Os resultados mostram-se promissores para serem aplicados nos laboratórios universitários de ensino de Física Moderna, bem como de forma mais simplificada e qualitativa para o Ensino Médio.

Palavras-chave: Interferômetro de Michelson, Física Moderna, Ensino de Física

Abstract

Michelson interferometer is of great importance for the development of Modern Physics and is widely used today in scientific and technological applications. Despite this, all low-cost experimental proposals applied to Physics teaching have been limited to optical applications. Therefore, we propose a low-cost interferometer for observing the spectral lines of gas emission, whose foundations are based on basic concepts of Quantum Mechanics applied to atoms and molecules. To achieve this goal, we developed a micro-controlled electromechanical transducer to move one of the mirrors of the set in three degrees of freedom, with a step size of 18 nm. We describe the experimental apparatus developed so far together with the preliminary experimental results. The results proved to be promising and have the potential to be applied in undergraduate teaching laboratories, as well as in a more simplified and qualitative way for the high school level.

Keywords: Michelson Interferometer, Modern Physics, Physics Teaching

Introdução

O ensino de Física Moderna na Educação Básica vem avançando nos últimos anos. Enquanto no início da década de 1990 esse era um conteúdo curricular ausente (TERRAZZAN, 1992), nos anos 2000 com o advento dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio já era possível encontrar livros didáticos e materiais de apoio ao professor tratando da Física do século XX. Ainda assim, segundo Machado e Nardi (2006), o ensino médio estava mais voltado para o ensino de Física Clássica, mesmo sabendo-se que a Física Moderna tenha propiciado revoluções em conceitos básicos da Física Clássica. Já era destacado por Valadares e Moreira (1998), que os estudantes conheçam os fundamentos científicos das tecnologias atuais para construir a ponte entre o conhecimento estudado e a realidade, criando uma possível situação de ensino-aprendizagem.

Diversas publicações, vem mostrando ênfase à prática experimental, principalmente no ensino de Física, como apontam Pereira e Moreira (2017). Assim, confirmando que a abordagem prático-experimental é fundamental no processo de ensino-aprendizagem nas áreas de ciências naturais, como a Física. Nesse sentido, muitos trabalhos (VALADARES; MOREIRA, 1998; CAVALCANTE et. al., 1999; TAVOLARO et. al., 2017) vêm mostrando que é possível ensinar Física Moderna no Ensino Médio através da realização de experimentos utilizando, por exemplo, um CD como rede de difração para explorar conceitos importantes da Física, como os processos de interferência e difração, centrais para o entendimento do princípio da dualidade, os quais não são investigados de modo adequado no ensino classicista. Silva e Moraes (2015) também apontam a importância da introdução dos conceitos de Física Moderna no Ensino Médio e estudam abordagens de conceitos espectroscópicos e sua relevância para o ensino de ciências.

Motivados por essas aplicações espectroscópicas, pensamos em estender o uso do Interferômetro de Michelson (IM) no ensino de Física para além da exploração dos conceitos óticos – interferência, comprimento de coerência, caminho ótico, etc – levando-o para o campo da Física Moderna. Enquanto a sua aplicação histórica voltada para as bases da teoria da Relatividade mostram-se experimentalmente infactíveis no ambiente de ensino e com resultados experimentais desinteressantes, o seu uso espectroscópico na exploração das propriedades quânticas dos átomos e moléculas é mais acessível.

De fato, vários IM's comerciais utilizados em laboratórios universitários de ensino de ótica possuem qualidade suficiente para resolver linhas espectrais relativamente próximas, como é o caso do duplete de sódio. Por outro lado, encontramos na literatura algumas propostas de construção de IM de baixo custo voltadas para a aplicação no ensino de Física. Entre elas, destacamos o trabalho de Catelli e Vicenzi (2004) como uma das mais eficazes e de mais baixo custo, em que os autores utilizam as superfícies convexas espelhadas de óculos de sol para simultaneamente fazer a reflexão e expansão dos feixes de luz provindos de um laser de diodo. Entretanto, não encontramos até o momento nenhuma proposta de baixo custo para o uso do IM como um espectrômetro ótico no ensino de Física, o que permitiria o seu uso na exploração de conceitos da Física Quântica.

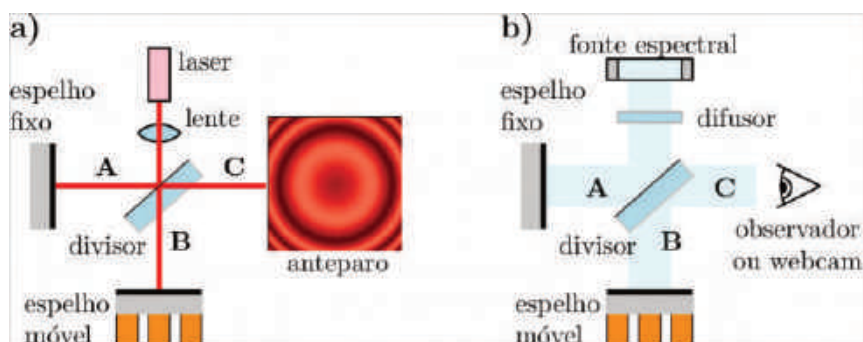
Evidentemente, uma forma muito mais simples de produção de espectros óticos é através do uso de espectroscópios com redes de difração, as quais podem ser construídas facilmente com discos de CD ou DVD. Entretanto, o uso do IM para

essa finalidade amplia as suas possibilidades de uso, traz relação mais direta com o seu real uso técnico-científico atual e enriquece o ensino de conceitos da própria ótica física.

Descrição do aparato

Como o nosso objetivo principal é demonstrar a possibilidade de construção de um IM de baixo custo para realização de análises espectroscópicas de fontes luminosas espectrais, neste trabalho focaremos apenas no desenvolvimento do sistema de deslocamento do espelho móvel. O projeto completo é mais amplo e envolve o desenvolvimento de um IM completo para ser impresso em impressora 3D, o qual será publicado em trabalho futuro. A figura 1 contém um diagrama com a configuração básica de um IM típico.

Figura 1 – Ilustração de funcionamento do IM usando a) projeção de luz laser e b) visualização da imagem de fonte espectral.



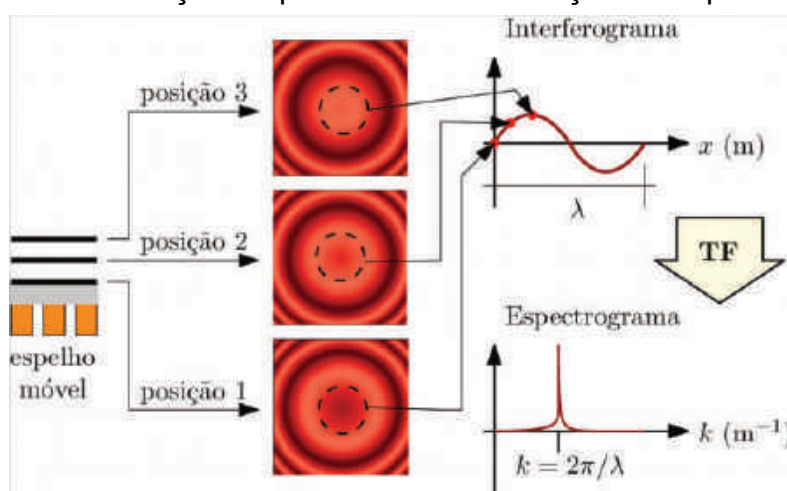
Fonte: elaborado pelos autores.

A figura 1.a ilustra a configuração usando uma fonte de luz laser. Nesse caso, o feixe de luz incidente é monocromático, coerente e colimado. O feixe atravessa uma lente expansora simples (lente convergente), a qual possui a função de expandir a frente de onda e conseqüentemente facilitar a observação do padrão de interferência a ser formado. O feixe então é dividido em duas direções ortogonais entre si ao passar pelo divisor de feixe, que neste projeto é composto por uma placa de vidro semi-espelhada. Um dos feixes percorre o caminho A, em que é refletido por um espelho fixo. O outro feixe percorre o caminho B, sendo refletido por um espelho que pode ser deslocado nanometricamente, o qual chamamos de espelho móvel. Após as duas reflexões, os feixes são recombinados no divisor de feixes, sendo uma parte direcionada ao longo do caminho C e projetada no anteparo. Caso o caminho ótico A seja exatamente igual ao caminho ótico B, espera-se a formação de um padrão de interferência homogêneo e completamente destrutivo, pois o feixe A sofre uma variação de fase de 180° ao ser refletido de um meio menos refringente (ar) para um meio mais refringente (substrato de vidro) no divisor de feixes. O contrário ocorre para o feixe B, o qual conseqüentemente não sofre variação de fase. Dessa forma, caso a diferença de caminho ótico entre A e B seja igual a um número par de meios comprimentos de onda do feixe, haverá interferência destrutiva (região escura). Caso seja um número ímpar, haverá interferência construtiva (região clara). Devido à lente expansora produzir uma frente de onda aproximadamente esférica, o padrão de interferência – caso exista diferença de caminho ótico entre os

feixes – será formado por anéis concêntricos claros e escuros intercalados (vide figura 1.a). Isso ocorre devido à diferença entre os raios de curvatura das frentes de onda devido à diferença de caminho óptico.

A figura 1.b ilustra a configuração usando uma fonte espectral. Diferentemente da fonte laser, a fonte espectral é extensa e os feixes não são colimados. Portanto, nesse caso é mais prático utilizar uma placa de material translúcido, a qual chamaremos de difusor, e observar a formação do padrão de interferência observando a imagem formada do difusor ao longo da direção C usando os próprios olhos ou uma câmera digital. Nessa configuração, a lente expansora é opcional pois a imagem formada do divisor é extensa o suficiente para observação do padrão de interferência. A dinâmica dos feixes é basicamente a mesma da descrita na configuração da figura 1.a.

Figura 2 – Ilustração do processo de construção do espectrograma no IM.



Fonte: elaborado pelos autores.

A figura 2 ilustra o processo pelo qual o IM pode ser utilizado para a obtenção da distribuição espectral da fonte luminosa utilizada. Ao deslocar o espelho móvel de uma pequena fração do comprimento de onda da fonte, observa-se o deslocamento do padrão de interferência, conforme descrito nos dois parágrafos anteriores. Dessa forma, grava-se o padrão de interferência com uma câmera digital ou uma *webcam* medida que se desloca o espelho móvel em pequenos passos sucessivos. Selecionando uma região dos *frames* gravados – que pode ser a região do anel central – constrói-se um gráfico da intensidade dos pixels em função do deslocamento do espelho móvel. Chamamos esse gráfico de interferograma e espera-se que, idealmente, para uma fonte monocromática, apresente um comportamento senoidal puro. É possível, portanto, inferir o comprimento de onda da fonte pela medição no interferograma de um ciclo completo de 360° da função seno ou de seus múltiplos.

Para fontes com dois ou mais comprimentos de onda distintos, o interferograma será formado pela soma das distintas funções seno. Combinações de funções seno com diferentes comprimentos de onda, amplitudes e fases iniciais são difíceis de serem decompostas visualmente diretamente no interferograma. Nesses casos, é conveniente utilizar a transformada de Fourier (TF) discreta para construção da distribuição espectral do interferograma, a qual chamaremos de espectrograma. Enquanto no interferograma a abcissa possui unidade de distância, a qual está associada ao comprimento de onda λ da fonte, a unidade da abcissa do

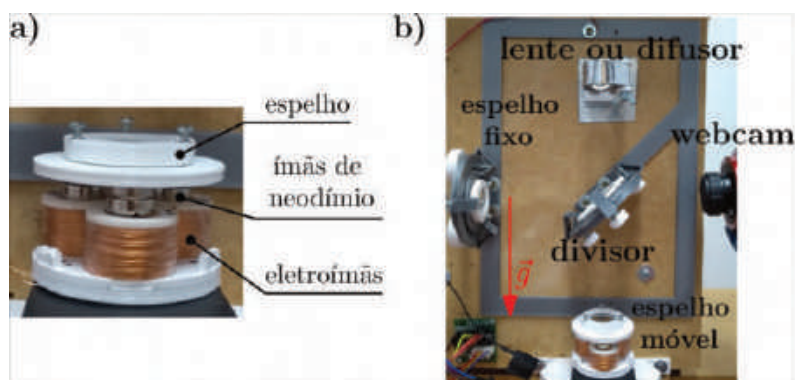
espectrograma é o inverso da distância, estando associada ao número de onda da fonte, $k = 2\pi/\lambda$. A figura 2 também ilustra o espectrograma resultante da TF aplicada à função seno pura, o qual corresponde a um único pico centrado no número de onda k da função senoidal. Para fontes espectrais em geral, haverá vários picos associados às funções senoidais no interferograma resultante. Os respectivos comprimentos de onda são obtidos da relação inversa $\lambda = 2\pi/k$, em que k é a posição dos picos no espectrograma.

Sem entrar em detalhes sobre as propriedades da Transformada de Fourier, podemos perceber do exemplo acima que é essencial o controle fino do deslocamento do espelho móvel para produzir-se espectrogramas bem definidos e de boa resolução. Nos IM's comerciais utilizados nos laboratórios de ensino de Física é comum a utilização de um parafuso micrométrico acoplado a uma alavanca redutora para atingir-se tal controle. Entretanto, além desse controle ser manual, os elementos mecânicos do conjunto ótico necessitam ser bastante robustos e precisos para que o deslocamento do espelho seja suave a ponto de não destruir o padrão de interferência ao serem tocados (pois ruídos sub micrométricos são suficientes para total alteração do padrão). Esse rigor mecânico do conjunto encarece a fabricação do sistema experimental. Outro sistema de deslocamento utilizado em IM's comerciais mais simples envolve a dilatação térmica de uma lâmina metálica que sustenta o espelho móvel. A desvantagem nesse caso deve-se ao relativo baixo controle do deslocamento devido à relaxação térmica ser lenta.

Como controle do espelho móvel, propomos a utilização de eletroímãs que interagem com ímãs de neodímio fixados ao espelho móvel. A figura 3.a contém a disposição desse sistema. São usados três eletroímãs com o objetivo de permitir tanto o deslocamento translacional do espelho quanto a sua rotação, de forma a manter o feixe sempre alinhado ao longo do deslocamento. Os eletroímãs são constituídos por carretéis ocios de plástico com 10 mm de comprimento e 14 mm de diâmetro interno, sendo que foram enroladas aproximadamente 1100 voltas de fio de cobre esmaltado AWG 32 em cada carretel, resultando em um diâmetro externo de 19 mm. Dentro de cada carretel foi acondicionada uma espuma cilíndrica de material viscoelástico com dimensões semelhantes às dimensões internas do carretel (as espumas foram obtidas de protetores auditivos). Essa estrutura constituiu, portanto, a base fixa para o espelho móvel. O espelho móvel, em si, foi fixado sobre um disco plástico com 42 mm de diâmetro e 5 mm de altura. Sob esse mesmo disco foram fixados três ímãs cilíndricos de neodímio com 10 mm de diâmetro e 8 mm de espessura. Os ímãs foram colados de forma que cada um ficasse concêntrico ao respectivo eletroímã. Para evitar rotações indesejadas no conjunto móvel – devido ao torque gravitacional – preferimos dispor o IM de tal forma que a normal à superfície do espelho móvel ficasse paralela ao vetor aceleração gravitacional (vide figura 3.b). Com essa escolha, não foi necessário colar o disco móvel à base fixa, bastando repousar os ímãs da parte móvel sobre as espumas internas aos eletroímãs da parte fixa. O papel da espuma é permitir o equilíbrio e a restauração da posição do espelho ao alterar-se a corrente no eletroímã. Para controlar a corrente elétrica nos eletroímãs, utilizamos a placa micro controlada ESP32. Ela possui a vantagem de poder ser programada utilizando a mesma linguagem e interface gráfica da Arduino, além de possuir várias partes de hardware integradas, como módulos de comunicação WiFi e *Bluetooth*. Assim, através de uma interface *web* desenvolvida por nós, controlamos a quantidade de corrente enviada às bobinas pelo navegador de internet em um *smartphone* qualquer conectado via WiFi

com a ESP32. O comando era interpretado pela ESP32, a qual gerava pulsos digitais modulados (pulsos PWM) que, ao passarem por um filtro RC, eram aplicados à entrada de um amplificador operacional LM358. A saída do amplificador era conectada ao respectivo eletroímã. Esse sistema constitui um conversor de sinal digital-analógico (conversor DAC) que permite a aplicação de uma corrente contínua em cada eletroímã com resolução de até 18 bits. Conforme já dito, não entraremos em detalhes específicos do *hardware* e *software*. Maiores informações serão publicadas em trabalho futuro. O que é importante ressaltar aqui é que o sistema experimental é bastante compacto, sendo alimentado por uma única fonte de 5 V – do tipo usado para celulares – e de baixo custo por utilizar componentes eletrônicos usuais de baixa potência e placa de *hardware* livre. Não é usado cabo de comunicação devido ao uso da interface WiFi.

Figura 3 – a) Foto do conjunto do espelho móvel. b) Foto do IM completo.



Fonte: elaborado pelos autores.

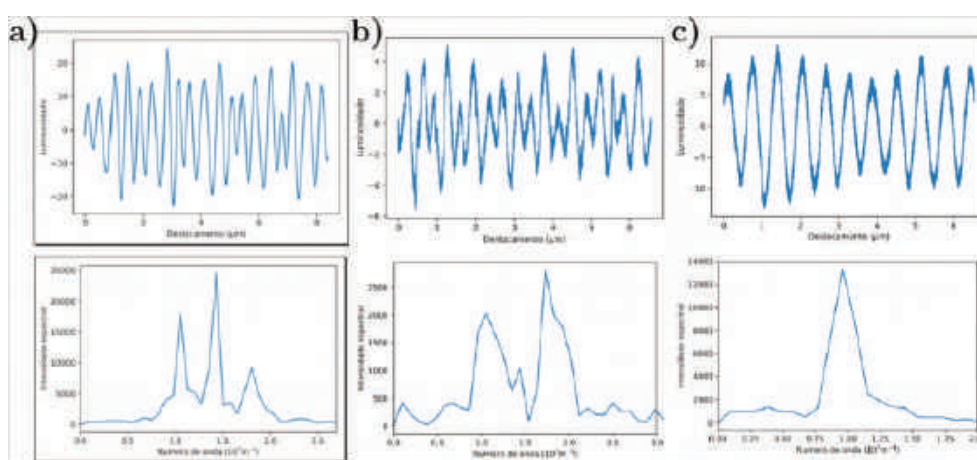
Além do controle fino e suave do espelho móvel, uma condição essencial para a construção de bons interferogramas é o isolamento do IM das vibrações mecânicas do ambiente. Como dissemos, toda a montagem é de baixo custo, sendo utilizadas somente peças de plástico e uma base de madeira. Isso torna o nosso sistema ainda mais suscetível às vibrações do que os sistemas comerciais em estrutura metálica. Apesar disso, conseguimos mitigar totalmente o ruído mecânico normal do ambiente, adicionando em torno de 12 kg de massa à base do IM e suspendendo-o da bancada com 4 molas de aço (uma em cada ponta da base retangular) com constante elástica de aproximadamente 350 N/m cada uma. Além disso, foi colocada uma pequena espuma entre cada canto da base do IM e a bancada de sustentação, de forma a amortecer mais rapidamente as oscilações do sistema massa-mola.

Resultados

Para testar o sistema de controle de deslocamento do espelho móvel, utilizamos uma lâmpada espectral de mercúrio. As linhas espectrais mais intensas do Hg neutro na faixa do visível e ultravioleta próximo são: (i) 365,0 nm, (ii) 404,7 nm, (iii) 435,8 nm, (iv) 546,1 nm e (v) 577,0 nm. A figura 4.a contém o interferograma do Hg e seu respectivo espectrograma medido usando o nosso sistema experimental na configuração da figura 1.b, sem nenhum filtro de cor. As figuras 4.b e 4.c contêm os resultados do mesmo procedimento, mas utilizando um filtro de cor para seleção da linha de 435,8 nm e 577,0 nm, respectivamente. Os filtros foram colocados na saída da fonte de Hg e antes do divisor de feixe. Nos três

casos foi realizada uma varredura de corrente nos eletroímãs de aproximadamente 1,7 mA em 200 passos, implicando em aproximadamente 8,5 μ A por passo. Para calibrar o sistema, atribuímos o pico central do espectro da figura 4.a à linha de 435,8 nm. Isso resultou em uma variação no caminho óptico de aproximadamente 36 nm por passo, ou 18 nm de deslocamento translacional do espelho móvel por passo. Conseqüentemente, a resposta do sistema eletromecânico foi de 2,1 mm/A. A medida da intensidade de cada ponto experimental dos interferogramas foi feita usando-se uma *webcam* conectada a um *notebook*. No vídeo resultante, foi selecionado o anel central do padrão de interferência que correspondeu a uma área circular com 6 pixels de raio. A intensidade resultante foi obtida pela soma da intensidade dos pixels na área selecionada.

Figura 4. Gráficos experimentais dos interferogramas (acima) e espectrogramas (abaixo) nas condições **a)** sem filtro, **b)** filtro de 436 nm e **c)** filtro de 577 nm.



Fonte: elaborado pelos autores

Dos três picos do espectrograma da figura 4.a, obtivemos os seguintes comprimentos de onda: (350 \pm 20) nm, (440 \pm 20) nm e (600 \pm 40), estando relacionados às linhas (i), (iii) e (v) elencados anteriormente. Os erros correspondem às larguras à meia altura de cada pico. A não observação das linhas (ii) e (iv) pode ser atribuída ao seguinte motivo: elas são relativamente menos intensas que suas linhas vizinhas mais próximas, podendo estar sobrepostas à aquelas devido à largura das linhas. O interferograma da figura 4.b mostrou-se bem mais ruidoso que o da figura 4.a, provavelmente devido à baixa transmitância do filtro utilizado. A partir dos picos observados no correspondente espectrograma, foram medidos os comprimentos de onda de (360 \pm 30) nm e (600 \pm 100) nm. O primeiro pico aproxima-se mais da linha (i) do que da linha (iii) que era esperada pelo uso do filtro de 436 nm. Além disso, foi observado um forte sinal da linha (v) que era para ter sido totalmente absorvida pelo filtro. Não sabemos ao certo o motivo dessas discrepâncias, podendo estar associadas à baixa relação sinal/ruído dessa medida em particular. O interferograma da figura 4.c mostrou-se menos ruidoso que o da figura 4.b, resultando em um espectrograma com apenas um pico, do qual resultou no comprimento de onda de (650 \pm 70) nm, estando na faixa da linha (v) como era esperado pelo filtro utilizado.

Conclusão

Os resultados obtidos foram bastante promissores. De modo geral, observamos uma boa correlação entre os comprimentos de onda medidos e os

esperados para a fonte espectral de Hg. Para aumentar a resolução espectral de forma a resolver mais linhas do Hg, seria necessário estender o intervalo de varredura de forma a medir mais oscilações no interferograma. O que nos impediu de fazer isso foi a resposta não linear das espumas dos eletroímãs ao ultrapassarmos 8 μm de deslocamento. No momento, estamos avaliando formas de evitar esse comportamento usando o material visco elástico e, ao mesmo tempo, testando outros tipos de materiais. E para aumentar a relação sinal/ruído é necessário repetir várias varreduras na mesma faixa de deslocamento do espelho e/ou permanecer mais tempo adquirindo a imagem em cada posição de varredura do espelho – procedimentos, esses, que estão sendo testados no momento. Pretendemos adquirir uma lâmpada espectral de hidrogênio para medir seus espectrogramas e correlacioná-los com algumas das linhas de Balmer, as quais são deduzidas do modelo de Bohr. Dessa forma, contemplaríamos plenamente o objetivo central deste trabalho.

Avaliamos que a viabilidade de uso e/ou confecção nos laboratórios de ensino universitários é bastante grande por se tratar de uma proposta de baixo custo (em torno de 200 reais sem considerar a lâmpada espectral e o notebook). Para aplicação no Ensino Médio é necessária a realização de transposição didática dos conteúdos subjacentes além de parceria com a universidade para disponibilização ou visitação do equipamento. Por fim, destacamos que este trabalho se vale de novas tecnologias que estão se tornando mais acessíveis financeiramente e tecnicamente (e.g. impressão 3D, placas microcontroladas) e que, assim como os lasers de diodo e CD's na década de 1990, podem abrir um novo horizonte de possibilidades para expandir o planejamento e desenvolvimento de experimenta o no ensino de Física nos moldes de trabalhos como de Valadares e Moreira (1998).

Referências

- CATELLI, Francisco; VICENZI, Scheila. Interferômetro de Michelson. **Cad. Bras. Ens. F s.**, v. 21, p. 350, 2004.
- CAVALCANTE, M. A. et al. Inser o de Física Moderna no Ensino Médio: Difra o de um feixe laser. **Cad. Cat. Ens. F s.**, v. 16, n. 2, p. 154, 1999.
- MACHADO, D.; NARDI, R. Constru o de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Rev. Bras. Ens. F s.**, v. 28, n. 4, p. 473, 2006.
- PEREIRA, Marcus Vinicius; MOREIRA, Maria Cristina do Amaral. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Cad. Bras. Ens. F s.**, v. 34, n. 1, p. 265, 2017.
- SILVA, H. R.; MORAES, A. O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interse o entre as disciplinas de química e física. **Cad. Bras. Ens. F s.**, v. 32, n. 2, p. 378, 2015.
- TAVOLARO, C. et al. Instrumenta o para o ensino de física moderna: Um kit de baixo custo para espectroscopia. In: **XX SNEF**. 2013. ISBN978-85-89064-25-5.
- TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. A inser o da Física Moderna e Contemporânea no ensino de Física na escola de 2  grau. **Cad. Cat. Ens. F s.**, v.9, n.3, p. 209, 1992.
- VALADARES, E.; MOREIRA, A. M. Ensinando física moderna no segundo grau. **Cad. Cat. Ens. F s.**, v. 15(2), p. 121, 1998.

O USO DE ANIMAÇÕES COMPUTACIONAIS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

THE USE OF COMPUTATIONAL ANIMATIONS IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS OF MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS

Luciana da Cruz Barros¹, Daniele Socorro Ribeiro da Silva¹, Rodrigo do Monte Gester², Mateus Gomes Lima²

¹Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF,

lucianauepa2010@gmail.com

dsrsdaniele@gmail.com

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Instituto de Ciências Exatas – ICE,

gester@unifesspa.edu.br

mateus.lima@unifesspa.edu.br

Resumo

Neste trabalho, buscou-se analisar a importância do estudo da interação da radiação com matéria, associada às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), visando uma aprendizagem significativa para os estudantes do ensino médio. A metodologia aplicada na pesquisa foi de caráter indutivo quali-quantitativa, ocorrendo a aplicação de um questionário de sondagem de conhecimentos prévios, por parte dos estudantes, intervenção teórica e inserção de atividades práticas, envolvendo uma animação computacional. Os resultados deste trabalho evidenciaram que a construção de uma sequência didática que alia o uso de animações computacionais, a exemplos cotidianos dos estudantes tem grande potencial para a realização de uma aprendizagem significativa de temas ligados à Física Moderna e Contemporânea, mais especificamente, os processos de emissão e absorção de radiação pela matéria. Este trabalho faz parte de uma sequência didática que ressalta a importância do uso de animações e de exemplos do cotidiano dos alunos na aprendizagem de temas ligados à Física Moderna e Contemporânea.

Palavras-chave: Ensino de Física – Física Moderna e Contemporânea – TICs.

Abstract

This work is part of a didactic sequence that emphasizes the importance of using animations and examples from students' daily lives in learning subjects related to Modern and Contemporary Physics. In this work, we sought to analyze the importance of the state of the interaction of radiation with matter associated with Information and Communication Technologies (ICTs), aiming at meaningful learning for high school students. The methodology applied in the research was of a qualitative and quantitative inductive character, with the application of a questionnaire of previous knowledge survey, by the students, theoretical intervention and insertion of practical activities, involving a computer animation. The results of this work showed that the construction

of a didactic sequence that combines the use of computational animations, like the students' everyday example, has great potential for the realization of a significant learning of themes related to Modern and Contemporary Physics, more specifically, the processes of emission and absorption of radiation by matter.

Keywords: Physics Teaching – Modern and Contemporary Physics – ICTs.

Introdução

A física tornou-se, para sociedade moderna, um ramo das ciências da natureza fundamental, quando explica questões sobre o movimento, as forças, a energia, a matéria, o calor, o som, a luz e o interior dos átomos. Desse modo a física liga-se diretamente ao estudo da química e da biologia. Os conceitos da física fundamentam essas ciências. Ou seja, para compreensão de algumas ciências temos que compreender a física (HEWITT, 2002).

Nessa direção, torne-se imprescindível o estudo da Física Moderna e Contemporânea, pela mesma ser responsável pela maioria dos avanços tecnológicos da atualidade. Como propõe BRASIL (2002):

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas, será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. (BRASIL, 2002, p. 70).

Bem como LOPES (2004) destaca que um dos mais importantes problemas da Física Moderna está na descrição de conceitos das partículas elementares que compõem a matéria, que seria a previsão das diferentes espécies possíveis, de sua interação mútua, de suas relações. Por conseguinte, TERRAZAN (1992) reforça que:

A tendência de atualizar o currículo de Física justifica-se pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a necessidade de formar um cidadão consciente e participativo que atue nesse mesmo mundo. (TERRAZAN, 1992, p. 210)

Para PEREIRA & AGUIAR (2005) o desinteresse dos alunos pelo estudo de física não resulta só da falta de sua aplicação no seu cotidiano. Pois, como ele afirma, este estudo está presente, por exemplo, no funcionamento de aparelhos eletrônicos existentes na maioria das casas desses alunos. Porém, não se pode alegar que a física é uma disciplina cujo conteúdo seja difícil de se passar para os alunos, por causa exclusiva do despreparo que estes trazem das séries iniciais. A má qualidade do ensino de física brasileiro tem raízes diversas. Mas a melhoria de sua qualidade exige, certamente, a revisão das práticas pedagógicas.

Em suma, a busca pela melhoria do ensino de física pauta-se em uma aprendizagem significativa, em que o professor propicie o entendimento dos conceitos que abrangem a física por meio de discussões e concepções prévias dos estudantes. Para isso faz-se necessário que o professor, como agente facilitador, demonstre que transformar a teoria em prática é viável, para a efetiva compreensão dos fenômenos

físicos, assim ele estará favorecendo aos alunos uma visão diferenciada do mundo que os cercam URIAS & ASSIS (2009).

As animações produzidas por TCIs no ensino de física

Nos últimos anos no Brasil, conduziram-se projetos e pesquisas, relacionados a recursos digitais com conteúdo educacionais, no intuito de proporcionar uma participação ativa e construtiva entre professores e estudantes, para o ensino de física, principalmente no que diz respeito a Física Moderna e Contemporânea. Neste sentido, ROSA e seus colaboradores afirmam que:

O uso das tecnologias como subsídio didático tem sido cada vez mais requisitado por alunos e professores e, aos poucos, vem se consolidando como uma importante e indispensável ferramenta no contexto educacional. Esse crescente interesse pode ser reflexo da intensa presença desses dispositivos no cotidiano das pessoas – especialmente dos jovens –, sejam elas adeptas ou não desses dispositivos. Com efeito, o contato diário dos sujeitos com as tecnologias tanto de comunicação como de interação torna sua presença no contexto educacional, mais do que uma alternativa didática, um recurso imprescindível para a aprendizagem, sobretudo em áreas diretamente vinculadas à tecnologia, como é o caso da Física. (ROSA, et. al. 2007, p.25).

De acordo com OSTERMANN e seus colaboradores (1997) existem diversos motivos para abordarmos os conteúdos da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio nas escolas brasileiras:

O de despertar a curiosidade dos estudantes e ajuda-los a reconhecer a física como um empreendimento humano e, portanto, mais próximos a ele; Os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não veem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente; É do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física. (OSTERMANN, FERREIRA e CAVALCANTI, 1997, p. 270)

Mediante o exposto, PEREIRA (2005) salienta essa necessidade no que diz respeito as discussões para rever as práticas educativas e a insuficiente articulação entre o conhecimento científico e o saber tecnológico nos livros didáticos, principalmente os que compreendem o ensino da disciplina de física em nível médio, pelo fato dos mesmos não levarem em conta o papel social dos saberes científico tecnológicos na formação da cidadania dos educandos.

Metodologia da Pesquisa

O primeiro passo dessa pesquisa foi selecionar um conteúdo programático relacionado ao tema Interação da Radiação com a Matéria. Após extenso levantamento bibliográfico, optamos pela escolha dos seguintes efeitos: Absorção, Emissão Espontânea e Estimulada. A escolha destes conteúdos se deu pelo fato dos mesmos serem extremamente relevantes para a compreensão de fenômenos ligados a Luminescência e ao desenvolvimento de tecnologias, como o Laser e o LED (diodo emissor de luz). Além disso, embora estes conteúdos estejam presentes (mesmo que indiretamente) no nosso cotidiano, eles são pouco explorados em sala de aula.

O segundo passo foi a confecção das animações dos efeitos escolhidos para o estudo que ressaltassem as interações da radiação eletromagnética (fóton) com a matéria (elétron, em um átomo de dois níveis energéticos) de forma clara e eficiente, para aplicarmos na pesquisa de campo com os alunos. As animações foram

confeccionadas no software de modelagem 3D Blender®, através do seu motor de jogo integrado na versão 2.79.

O terceiro passo consistiu na elaboração de uma sequência didática que abordasse os efeitos físicos escolhidos anteriormente, utilizando as animações confeccionadas no segundo passo, como uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com (MOREIRA, 2011¹ apud FERREIRA e OLAVO 2018, p.108) esta sequência didática foi elaborada segundo a estrutura proposta por MOREIRA 2011:

- Levantamento dos conhecimentos prévios;
- Elaboração os organizadores prévios;
- Construção das situações-problema;
- Realização da diferenciação progressiva dos conceitos;
- Realização da reconciliação integradora;
- Efetivação do processo de consolidação;
- A avaliação da aprendizagem significativa.

O quarto passo foi a intervenção didática em si, com 25 estudantes do terceiro ano do ensino médio da rede pública, na cidade de Marabá-PA.

Materiais e Métodos

A primeira parte da sequência didática foi colocada em prática com a aplicação do questionário pré-animação (figura 1) com 11 perguntas, que nos permitiu ter uma ideia sobre o que cada estudante conhecia sobre os conteúdos que viriam a ser trabalhados num segundo momento. Após o preenchimento do questionário iniciamos um diálogo informal, buscando a participação dos estudantes em elucidar como certos dispositivos funcionam, por exemplo: lâmpadas elétricas, apontadores Laser e fitas de Led. Em sua maioria, as respostas apresentaram falta de rigor científico, o que já era esperado.

Questionário Pré-Animação

Marabá – PA
Disciplina: Física
Turma: _____
Aluno(a): _____

Responda o questionário abaixo:

Você já leu em jornais, revistas e livros ou ouviu sobre:	Antes da animação:		
	Sim	Um pouco	Nunca
1- Átomos			
2- Átomo de Bohr			
3- Energia			
4- Fóton			
5- Frequência			
6- Absorção			
7- Emissão Espontânea			
8- Emissão Estimulada			
9- Albert Einstein			
10- Laser			
11 - Mecânica Quântica			

Figura 1: Questionário Pré-Animação.

Fonte: Dados do Autor.

A segunda parte da sequência didática consistiu na sistematização do saber científico, necessário à compreensão do funcionamento dos dispositivos mencionados anteriormente, iniciando pela estrutura da matéria e a natureza da luz, até

¹ MOREIRA, Marcos Antônio. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista. Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, 2011.

alcançarmos os fenômenos de absorção e emissão de energia num átomo de dois níveis.

Na terceira parte da sequência didática, as animações foram utilizadas para melhorar a compreensão da dinâmica dos processos de interação da radiação com a matéria. A turma foi dividida em seis grupos. Dois grupos ficaram responsáveis por avaliar e comentar o efeito de Absorção e Emissão Espontânea (figura 2); dois grupos fizeram o mesmo para o efeito de Absorção e Emissão Estimulada (figura 3) e os dois grupos restantes avaliaram e comentaram os Diagramas de Níveis de Energia (figura 4).

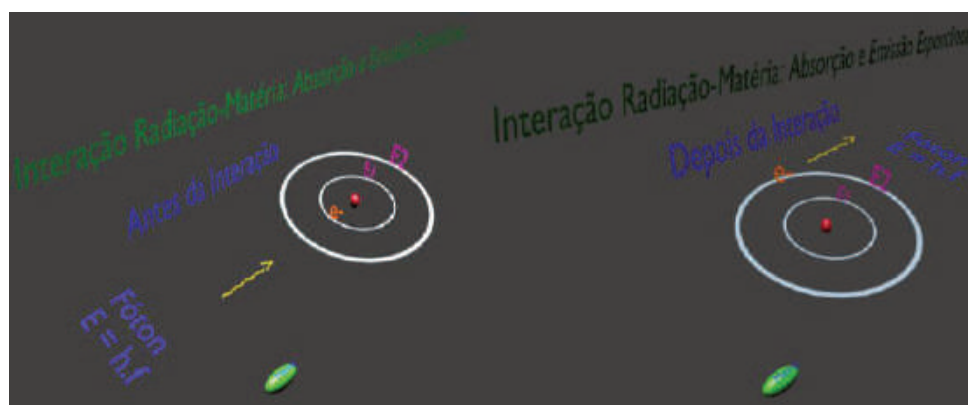


Figura 2: Interação Radiação-Matéria Absorção e Emissão Espontânea.
Fonte: Dados do Autor.

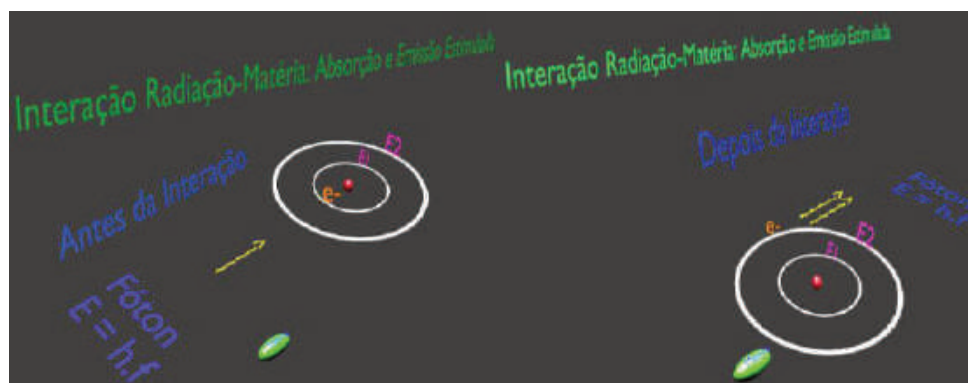


Figura 3: Interação Radiação-Matéria Absorção e Emissão Estimulada.
Fonte: Dados do Autor.

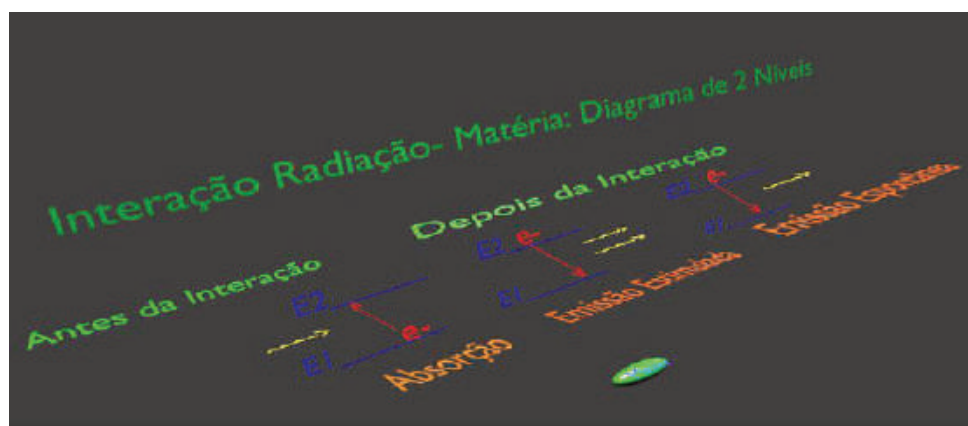


Figura 4: Diagrama de Níveis de Energia.
Fonte: Dados do Autor.

A sequência didática foi finalizada com a aplicação de um questionário pós-animação (figura 5), com duas perguntas como objetivo de aferir o efeito da animação sobre a construção do conhecimento por parte dos estudantes.

Questionário Pós-Animação

Marabá – PA
 Disciplina: Física
 Turma:
 Aluno(a):

Responda o questionário abaixo:

Depois da Animação			
	Sim	Um pouco	Não
1- Animação que foi apresentada no software educativo Blender 2.79, facilitou o seu entendimento para os conceitos de Interação radiação com a matéria: Absorção, Emissão Espontânea e Estimulada?			
2- Você recomendaria animações computacionais para outros assuntos da disciplina física ou outra disciplina?			

Figura 5: Questionário Pós-Animação.

Fonte: Dados do Autor.

Resultados e Discussões

A partir da análise das figuras 6 e 7, constata-se que no questionário pré-animação (figura 6), usado para verificar se os estudantes conheciam os conceitos utilizados na sequência didática, evidenciou que estes tinham algum conhecimento sobre os temas, como os conceitos de átomo, energia, laser, frequência e Albert Einstein, para outros não, como os conceitos do átomo de Bohr, dos fótons, absorção, emissão espontânea, emissão estimulada e mecânica quântica. Já no questionário pós-animação (figura 7), fica evidente o quanto temos a ganhar com o uso de recursos didáticos envolvendo as TICs. Pois, durante a intervenção didática com a animação, os estudantes foram participativos e receptivos, na construção do debate com os temas propostos.

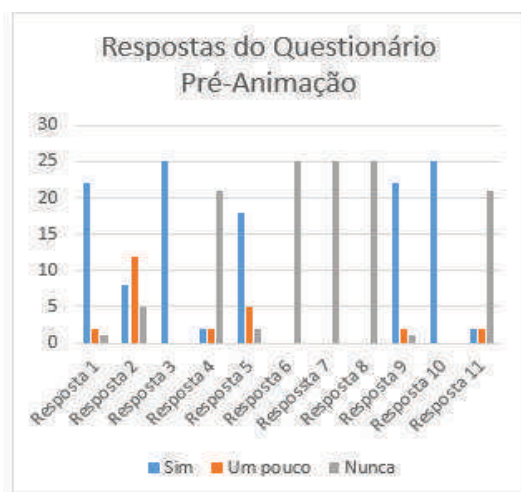


Figura 6: Respostas Pré-Animação.

Fonte: Dados do Autor

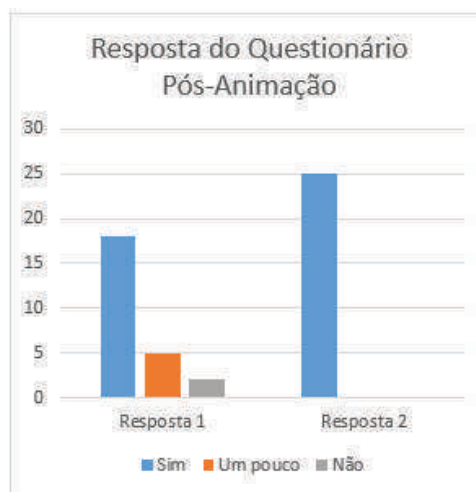


Figura 7: das Respostas Pós-Animação.

Fonte: Dados do Autor

Tanto o uso de animações, quanto o de simuladores em computadores, proporciona ao estudante um ambiente didático em laboratório. Favorecendo assim, uma notável percepção do que seria o fenômeno que ele estudou. Assim, competindo ao docente de física, a análise do conteúdo para discentes na educação básica. Com o intuito de ocorrer uma aprendizagem significativa no letramento científico, que vem

sendo requisitado nas competências e habilidade da BNCC. Levando em consideração o requisito de que:

É preciso, porém, ter cuidado para não confundir a matéria com sua interpretação. Quando propomos um modelo de átomo, estamos formulando uma hipótese sobre como seria algo que sequer podemos ver. Dessa maneira, a interpretação ou modelo depende não só dos dados experimentais de que dispomos, mas também da imaginação espacial e matemática, bem como da intuição sobre a natureza, porque os modelos são representações das coisas e não as coisas. (GREF, 2005, p.195)

A ideia de uma proposta inovadora e viável de ser implantada no sistema didático atual deve ser desenvolvida por meio da superação de vários desafios que, com certeza, não terminam aqui. O esforço em compatibilizar o ensino de um tema diferenciado, com características singulares, num sistema praticamente “mumificado” deve ser continuado por todos nós, educadores e pesquisadores na área do ensino de física RODRIGUES (2001). Diante de tal importância cabe ressaltar que o educador democrático não pode negar – se ao dever, quando estiver na prática de sua docência, ele tem que reforçar a capacidade crítica dos alunos e sua curiosidade. Pois nas condições da verdadeira aprendizagem os alunos terão que se transformar em reais sujeitos da construção dos saberes ao lado dos seus educadores FREIRE (1996).

Considerações Finais

A educação brasileira passa constantemente por grandes transformações. Percebe – se que os problemas que afetam o sistema educacional estão presente desde tempos primórdios. Mas a busca por soluções satisfatórias, tanto para os educadores como para os educandos, deve ser uma meta constante. E o que se verificou neste trabalho, é que o ensino de física não foge dessas problemática e necessita de transformações, principalmente nas escolas da rede pública de ensino.

Constatou-se que o uso das animações, por meio das TICs, para o ensino da disciplina de física é importante, por somar mais conhecimento científico e tecnológico. Pois, tornam mais fácil a compreensão e a interpretação dos fenômenos abordados pela física. Observou-se ainda que a abordagem da Física Moderna e Contemporânea é quase inexistente na educação básica. Desta maneira, acredita-se que os professores devem realmente promover essas aulas teórico – práticas utilizando as TICs, para que seus alunos não se tornem apenas meros receptores dos assuntos trabalhados em sala de aula, mas indivíduos capacitados para discutir, promover e disseminar tais assuntos e ingressar no mercado de trabalho ou nas Universidades.

Cabe ressaltar que esse trabalho faz parte de um projeto maior que visa a construção de um ambiente de simulação computacional de processos que envolvam a interação da radiação com a matéria, voltados para a educação básica, que utilizem uma metodologia ativa, como ressalta GAROFALO (2018):

O principal objetivo deste modelo de ensino é incentivar os alunos para que aprendam de forma autônoma e participativa, a partir de problemas e situações reais. A proposta é que o estudante esteja no centro do processo de aprendizagem, participando ativamente e sendo responsável pela construção de conhecimento. (GAROFALO, 2018, p.2).

Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza Matemática e suas tecnologias. Brasília: PCNEM, 2002.

FERREIRA, MARCELLO e OLAVO, L.S.F. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referencias em Práticas de Ensino: AUSUBEL E LIPMAN. Revista do Professor de Física. Brasília, vol. 2, n. 2. 2018. Disponível em: <<http://www.periodicos.unb.br>>. Acesso em: 25 de janeiro 2020.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: Saberes necessários á pratica educativa. Não há docência sem discência. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. São Paulo. 5ª ed. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2015.

GAROFALO, Debora. Como as metodologias ativas favorecem o aprendizado. São Paulo, 25 de junho 2018. Disponível em: <<http://www.https://novaescola.org.br>>. Acesso em: 25 janeiro 2020.

HEWITT, Paul G. Física conceitual. Porto Alegre. 9ª ed. Bookman, 2002.

LOPES, José Leite. Uma história da física no Brasil. São Paulo. 1ª ed. Livraria da física. 2004.

OSTERMANN, F.; FERREIRA, L. M.; CAVALCANTI, C. J. H. Tópicos de Física Contemporânea no Ensino Médio: um Texto para Professores sobre Supercondutividade. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 20, n. 3, Setembro 1997.

PEREIRA, Hélio Ribeiro. Curso de física 2005. 14 f. Trabalho de conclusão de curso. (Ciência e tecnologia: Análise dos livros didáticos). Universidade de Brasília, 2005.

PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira; AGUIAR, Oderli. Ensino de física no nível médio: Tópicos de física moderna e experimentação, v.3, p.17. 2005. Disponível em: <<http://www.cadernobrasileirodefisica.com.br>>. Acesso em: 25 de janeiro 2020.

ROSA, Cleci Terezinha Werner da; ROSA, Álvaro Becker. A Teoria Histórico cultural e o Ensino da Física, Passo fundo, p. 1 – 8, 2007. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br>>. Acesso em: 25 de janeiro 2020.

RODRIGUES, Denise Celeste Godoy de Andrade. A inserção de atividades experimentais no ensino de ciências em nível médio: Um relato de sala de aula, 2001. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0219-3.pdf>>. Acesso em: 25 de janeiro 2020.

TERRAZZAN, E. A., A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na escola de 2o grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, V.9, n.3, p.209-214, dez.1992. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7392/6785>>. Acesso em: 26 janeiro. 2020.

URIAS, Guilherme; ASSIS, Alice. Experimentos Físicos nas salas de aulas do ensino a Fundamental: Meio de acesso a linguagem Física, Guaratinguetá, p.1 – 7, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org>>. Acesso em 25 de janeiro 2018.

UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES SOBRE FÍSICA DE PARTÍCULAS, MODELO PADRÃO E SUAS APLICAÇÕES POR MEIO DE TICs

A PROPOSAL OF ACTIVITIES ON PARTICULAR PHYSICS, STANDARD MODEL AND ITS APPLICATIONS THROUGH TICs

Susan Aparecida Laufer¹, Edson Vaz Lopes², Alex Bellucco³

¹UDESC/Departamento de Física/Escola de Ensino Médio Nagib Zattar, susan.fisica@gmail.com

²UDESC/Departamento de Física/Escola de Ensino Básico Olavo Bilac, edsonvazlopes@gmail.com

³UDESC/Departamento de Física/UDESC, alexbellucco@gmail.com

Resumo

As tecnologias se fazem cada vez mais presentes em nosso cotidiano, sendo assim, não podemos ignorá-las dentro das escolas, no ensino de nossos adolescentes. Este artigo tem como objetivo analisar a inserção da Física de Partículas e suas aplicações (com a divulgação das novas tecnologias desenvolvidas por grandes laboratórios, a exemplo do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares - CERN, do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron - LNLS e do Sirius), realizada por meio de uma sequência de atividades em uma turma de terceira série do ensino médio imersa, do projeto inovador, de uma escola pública da cidade de Joinville, Santa Catarina. A análise terá como base as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), utilizando um referencial de competências do Projeto Metas de Aprendizagem (PMA).

Palavras-chave: TICs; Modelo Padrão; CERN; PMA.

Abstract

Technologies are increasingly present in our daily lives, so we cannot ignore them within schools, in the teaching of our teenagers. This article aims to analyze the insertion of particle physics and its applications (with the dissemination of new technologies developed by large laboratories, such as the European Center for Nuclear Research - CERN, the National Synchrotron Light Laboratory - LNLS and Sirius) , carried out through a sequence of activities in a third grade class of immersed high school, of the innovative project, of a public school in the city of Joinville, Santa Catarina. The analysis will be based on Information and Communication Technologies (TICs), using a competency framework from the Learning Goals Project (PMA).

Palavras-chave: TICs; Standard Model; CERN; PMA.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física em escolas de nível básico ainda, em pleno ano de 2019, tem seu olhar voltado para a Física Clássica, aquela mesma desenvolvida até o século XIX. Infelizmente essa programação curricular não é suficiente para explicar o

mundo ao redor do aluno, muito menos para explicar o desenvolvimento tecnológico atual (MACHADO; NARDI, 2006). No que diz respeito ao tema deste trabalho, a situação é ainda mais dramática porque aparentemente ainda há a necessidade de se discutir a viabilidade da implementação da FMC (física moderna e contemporânea), não se trata somente de defasagem de conteúdo, mas de ensinar ou não esse tema, apesar das literaturas legais sugerirem que o contrário se aplique (BRASIL, 2000).

Temos então aqui um descompasso entre o mundo do cotidiano dos nossos estudantes, mundo no qual é corriqueiro o uso de smartphones, TV's de última tecnologia, computadores, tablets, etc., e o mundo das ciências professadas nas salas de aulas, onde é comum se fazer contas com regra de três para descobrir quantias que não tem grandes - ou nenhum - impactos na sociedade vigente. A educação que encabeça e encerra essa problemática, obviamente está em crise, certamente devido a vários fatores como a formação de professores, e a inerente característica rápida evolução das ciências (FOUREZ, 2003).

Pensadores e pesquisadores vem através dos anos, trabalhando com o objetivo de minimizar essa distância entre o universo do estudante e o universo ao qual os professores se baseiam para a confecção de suas aulas. Em parte a culpa de toda essa problemática se atribui ao ensino denominado tradicional (BELLUCCO, 2014), um ensino que desconsidera a influência dos processos pessoais e sociais de aprendizagem (DRIVER, 1999), assim como a relevância da natureza do conhecimento a ser ensinado (GIL PEREZ, 2001). É tendencioso que queiramos ensinar ciências como nós fomos ensinados, o que traz para a sala de aula atual, um conflito de gerações, ao invés de se criar um ambiente propício à discussões, debates e interações entre professores e alunos (SASSERON, 2010). Um ensino de ciência capaz de motivar crianças e adolescentes a se engajarem provavelmente deve passar pela atualização de todo aparelho de ensino, ou seja, professores, gestores, prédios, etc. Há de se criar distância ao método exclusivamente tradicional e, principalmente, estar em constante formação.

O tema, nesse documento abordado, tem um apelo dramático às condições apresentadas acima. Estudar física de partículas e modelo padrão tem um viés tecnológico com inúmeras possibilidades a serem exploradas, o que traz uma pré viabilidade em se explorar as tecnologias à disposição atualmente. Segundo Juan Ignacio Pozo (2004), as tecnologias estão possibilitando novas formas de distribuir socialmente o conhecimento, que estamos apenas começando a vislumbrar, mas que seguramente tornam necessárias novas formas de alfabetização (literária, gráfica, informática, científica, etc.). Entretanto, as discussões sobre essas tecnologias como parte do processo de aprofundamento nas mudanças da sociedade e seus impactos educacionais ainda não tem recebido a devida atenção (UNESCO, 2010).

Com a intenção de fazer com que os estudantes se insiram no contexto da Física do século XX em diante e suas aplicações, apresenta-se esta sequência de atividades, utilizando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), relacionadas com o tema Física Contemporânea, abordando mais precisamente Física de Partículas e o Modelo Padrão, juntamente com divulgação das novas tecnologias desenvolvidas por grandes laboratórios espalhados pelo mundo, a exemplo do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN), do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e do Sirius. Além disso, é objetivo deste trabalho,

apresentar uma análise do aproveitamento dos estudantes mediante os critérios do Projeto Metas de Aprendizagem (PMA).

REFERENCIAL TEÓRICO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm relação com todas as tecnologias ou com um conjunto de recursos tecnológicos no qual transcorrem os processos informacionais e comunicativos, a fim de proporcionar a autonomia e comunicação no ensino-aprendizagem. A utilização destes recursos no processo de ensino, é cada vez mais necessária, pois torna a aula mais atrativa, proporcionando aos alunos uma forma diferenciada de aprendizado (OLIVEIRA, 2015, p. 76). Além disso, “as tecnologias fornecem recursos didáticos adequados às diferenças e necessidades de cada aluno” (OLIVEIRA, 2015, p. 78).

Porém, não é tão simples utilizar das TICs nas escolas. Nem sempre o professor está preparado para a utilização de todos os recursos oferecidos a ele. Todos os dias nos deparamos com celulares recém chegados ao mercado, com alta tecnologia, assim como os computadores e tablets.

Dialogando perfeitamente com o assunto deste artigo, Cavalcanti (2006) diz que a inserção da informática nas aulas de Física, bem como, o uso de programas de simulação, proporciona a realização de experimentos que só seriam viáveis em laboratório, além de reproduzir com precisão situações reais, oportunizando ao professor e ao aluno, um trabalho rico em possibilidades. A Física de Partículas é uma área da Física que lida com tamanhos da ordem de 10 trilhões de vezes menores do que um lápis, ou seja, de impossível visibilidade e, muito menos, manipulação.

Para análise do desenvolvimento dos alunos mediante a aplicação da sequência de atividades utilizaremos o Projeto Metas de Aprendizagem (PMA), um documento elaborado pelo Ministério da Educação, em 2010, com a finalidade da criação de um referencial comum de resultados a alcançar pelos alunos, surgindo assim as metas de aprendizagem na área das TIC. Para tal, tem-se dois eixos de análise: o primeiro é referente ao aluno e seu desenvolvimento cognitivo, emocional e social; já o segundo, é sobre a identificação e análise dos conteúdos disciplinares em que as tecnologias poderiam acrescentar valor (COSTA, 2012, p. 49). Foi com esta base que se procedeu à definição de um referencial de competências:

I. Competências Tecnológicas

- A. CONHECIMENTO TÉCNICO-INSTRUMENTAL DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS.

II. Competências Transversais em TIC

- B. INFORMAÇÃO
- C. COMUNICAÇÃO
- D. PRODUÇÃO
- E. SEGURANÇA

III. Competências Transversais Gerais

- F. META-APRENDIZAGEM
- G. AUTORREGULAÇÃO.

- H. AUTORREGULAÇÃO
- I. EXPRESSÃO
- J. CRIATIVIDADE
- K. ÉTICA

Fonte: COSTA (2012, p.49).

Metodologia

O objetivo deste artigo é analisar a inserção da Física de Partículas e o Modelo Padrão utilizando um referencial de competências do PMA, no contexto experimental de verificar a eficiência de uma sequência de ensino que se vale de TICs, no que tange os objetivos do Projeto Metas de Aprendizagem. Para tal fim, escolheu-se trabalhar com uma turma da 3ª série do Ensino Médio Inovador de uma escola estadual de Joinville - SC contendo 13 alunos. As atividades foram acompanhadas por 2 professores, a professora regular de Informática (formada em Física) e o professor colaborador da elaboração da atividade, formado em Física. Os dados aqui analisados foram coletados através da gravação de áudio da discussão teórica, da aplicação do jogo e das respostas do questionário respondido pelos alunos ao final da sequência.

Desenvolvimento da sequência

Para o desenvolvimento da atividade a turma foi levada para a sala de informática da escola. Ali receberam, por meio do *Google Classroom*, um documento no formato PDF [1] com uma introdução teórica sobre o Modelo Padrão e sobre o *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire* (CERN). Primeiramente foram questionados sobre o que já sabiam sobre o átomo, quais partículas conheciam e se achavam que existiria algo menor do que os prótons, nêutrons e elétrons. A partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, e problematizando as concepções dos mesmos, iniciou-se uma conversa sobre o conceito de partículas, das quais já se tem conhecimento. Na segunda, terceira e quarta aulas foi feito o uso de um aplicativo online, o *Particle Identities (Quiz)*, no qual cada um responde perguntas pessoais e, ao final, com base nas informações trocadas com o software, é caracterizado como uma ou outra partícula. Com suporte nos resultados de cada estudante, foi possível estender o debate, de forma lúdica, a cerca dos conceitos abordados anteriormente sobre as características de cada partícula. A segunda aula continuou seu curso com um breve comentário sobre o Diagrama de Feynman. Nessa aula, foi surpreendente, um aluno fazer menções ao efeito fotoelétrico, devido ao fato de que ainda não se tinha abordado o fenômeno, mas após às menções ao fóton, bem como seu contexto histórico e a ascensão de Albert Einstein (1879 - 1955) ao Prêmio Nobel, mostraram curiosidade sobre o assunto.

Na terceira aula ocorreu a contextualização do conteúdo com o cotidiano, nesse estágio fora apresentado o maior laboratório de Física de Altas Energias do Mundo: o CERN. Os estudantes demonstraram bastante interesse sobre o funcionamento do colisor e como são feitas as detecções de partículas no mesmo. Para finalizar a sequência, na quarta aula os estudantes foram instigados a competirem entre si num jogo intitulado: Jogo Descobrimo o Bóson de Higgs [2], e

em seguida responder um questionário avaliativo, realizado a partir do *Google Classroom* / Atividades Avaliativas.

Discussão dos resultados

O desenvolvimento da sequência começa, com a indagação da professora para os alunos a respeito do que eles conheciam sobre partículas: “O que é dizer que isso ou aquilo é uma partícula?” “Qual é a menor partícula que existe?”. Após eles comentaram que não sabiam dizer o que era, a professora explica historicamente de forma breve a origem do átomo e os primeiros modelos atômicos. Na continuação deu-se uma explicação sobre o modelo Padrão, fazendo-se o uso de um material que os estudantes tiveram acesso por meio do *Google Classroom*. Este diálogo provocou discussões sobre os tipos de interações entre as partículas que temos no Universo, como separamos elas em famílias e tipos e, de forma divertida, apresentou-se uma loja *online* (*Particle Zoo*) que vende bonecos de pelúcias das principais partículas com descrições sobre elas. Esta aula inicial termina debatendo sobre as partículas teóricas, ainda não encontradas experimentalmente.

Na segunda aula, a proposta inicial foi o uso do aplicativo *Particle Identities*, com a finalidade de realizar uma revisão sobre o conteúdo abordado na aula anterior. Os alunos demonstraram bastante interesse, por ser uma atividade diferenciada e descontraída, compartilhando entre si os resultados de cada um e comentando que ela realmente parecia consigo ou não devido suas características. Utilizamos estas características para lembrar cada partícula estudada.

Dentre as competências a serem alcançadas propostas por Costa (2012), neste primeiro momento, podemos dizer que os alunos desenvolvem bem a Competência Tecnológica (I - A), no qual apresentaram a capacidade de operar com as tecnologias digitais - todos conseguiram acesso ao *Google Classroom* e todos conseguiram realizar o quiz (app online) - com facilidade, demonstrando compreensão dos conceitos envolvidos, como exemplo da citação de um aluno “*Eu sou a cola que une esse bando, eu sou o Glúon*”. Ainda, nesta etapa, devido ao resultado de um aluno ser o neutrino, adentramos na discussão sobre decaimento radioativo e radioatividade. Um comentário surge para acrescentar na discussão: “*Tanto que dentro da usina (nuclear) lá ainda tem bola de metais fundidos, que está ali emitindo urânio direto ainda... radiação.(...) Teve um cara que fotografa lugares assim e ele disse que teve que fazer um monte de limpeza depois.*”, que demonstra a Competência Transversal em TIC (II - B e C) trazendo para discussão informações provindas de sua curiosidade em combinação à sua capacidade de comunicar seu aprendizado individual, das redes sociais, de forma a colaborar com o aprendizado de todos.

A terceira aula, tinha o objetivo de contextualizar o tema Física de Partículas com a apresentação dos laboratórios *CERN* (Europeu) e *Sirius* (Brasileiro). As imagens e vídeos auxiliam e muito na demonstração de todas as instalações e seus maquinários, assim como o processo de aceleração das partículas. Algumas perguntas que surgiram e podem surgir, mesmo em outro contexto de aplicação são: “*Esse acelerador fica ligado todo dia?*” ou “*O próton tem uma velocidade limite para deterioração?*” e “*O que é a Teoria de Tudo?*”, o que demonstram a curiosidade deles quando exemplificamos o conteúdo, dito escolar, com algo que é real e atual e que, neste caso, a professora já havia conhecido pessoalmente.

Novamente a competência B de investigação, através das perguntas, e análise dos dados obtidos na discussão estudantes-professores, se tornam perceptíveis.

Encaminhando para a última aula, deu-se início o jogo de tabuleiro com o objetivo de complementação metodológica:

A ideia é utilizar estratégias lúdicas e divertidas para ensinar fenômenos estudados no Grande Colisor de Hádrons (LHC), levando os participantes a fazerem novas descobertas didático-científicas, adquirir conhecimento e construir conceitos que serão utilizados na formulação da teoria do bóson de Higgs e de sua detecção no experimento ATLAS. [3]

Aqui trabalharam de forma a desenvolver a aprendizagem colaborativa, uma vez que disputaram o jogo em grupos, respondendo as perguntas juntos. As perguntas decorrentes do jogo apresentavam um grau de dificuldade em ser respondidas, porém a ideia é que os estudantes discutissem entre si os conceitos e, após descobrirem a resposta, conseguissem construir novos conhecimentos ou reafirmá-los. Em um primeiro momento, após a primeira pergunta, ficaram com receio da atividade: “-Só anda se responder? -Sim. (...) -Então pode pegar a semana inteira pra nós ‘terminar’ isso aí.”, mas ao passar do desenvolvimento deste, foram percebendo o objetivo e jogando com tranquilidade de forma a obter maior aproveitamento.

Durante a aplicação surgiram questões de revisão de conteúdos anteriores, como forma de contextualização, como: “CMS - Em português a sigla significa Solenoide de Múon Compacto... Solenóide vocês aprenderam com o professor, né? -Não... -É aquele negócio com um fiozinho de cobre enroladinho assim... -Ah, sim! A gente aprendeu. (...) -Isso significa que, lá dentro tem esse ‘aparelho’, que tem relação com a parte eletromagnética e tal...”. Ainda na mesma equipe: “ALICE significa grande colisor de íons e ele tem objetivo de estudar o plasma quark-glúon (...). -Eu!”, com essa reação percebe-se o quanto o aplicativo do quiz de identidades foi influente para gravarem algumas partículas e suas características que podemos relacionar com a competência D - Produção: capacidade de sistematizar conhecimento com base em processos com recursos digitais.

Observando as respostas do questionário mencionado no início, vemos que para a primeira pergunta onde se questionava quais partículas os alunos já conheciam, podemos analisar na primeira pergunta que, 28% ainda não teria se apropriado do conceito de partícula elementar ou enfrentou dificuldades em associar as informações do questionário com conceitos recém acessados.

Eles ainda (mais de 70%) confundiram o conceito de Modelo atômico com modelo padrão na segunda questão do questionário. Na pergunta seguinte na qual se questionava qual partícula transmite interação eletromagnética entre cargas, (mais de 80%) houveram desacertos apesar dos debates acerca do efeito fotoelétrico e as implicações do fóton nesse contexto, e as devidas explicações demonstrando o diagrama de Feynman. Na quarta pergunta, os alunos demonstram compreender o que é de “glúon” e “interação forte”, assim como fazer a associação entre eles, aqui todos acertaram o que se perguntava sobre essas partículas. Essas definições foram umas das que apareceram no resultado do *Particle Identities*, que colaborou quanto do desenvolvimento da competência D. A quinta questão, também obteve sucesso no processo de aprendizagem. Todos souberam dizer quantas e quais as interações básicas da natureza. Os alunos ainda demonstraram familiaridade com a história do cientista César Lattes ao

responderem unanimemente quem foi o físico brasileiro que detectou pela primeira vez o méson π . Na questão seguinte com 70% de acertos (Que partículas o LHC acelerou para a descoberta experimental do Bóson de Higgs?), percebe-se que, quando apresentamos algum conhecimento com a utilização de variados métodos, a apropriação conceitual ocorre de maneira mais simples. Sobre como os prótons são acelerados no anel interior do LHC, os alunos conseguiram aplicar conceitos básicos trazidos do eletromagnetismo, como força de Lorentz por exemplo, tendo acertos de mais 80%. As questões 8 e 9 foram descritivas e permitiam pesquisa na *internet*. Dos sete alunos que responderam a questão oito, quatro alcançaram a competência B, da capacidade de procurar (investigar), selecionar, analisar e sintetizar a informação obtida. As competências F, H e I também foram desenvolvidas, quando os alunos se expressaram e desenvolveram a busca pelo conhecimento por meio das TICs, quando necessário. Questionados sobre a importância e outras aplicações do LHC e outros aceleradores, e se existe acelerador de partícula no Brasil os alunos fizeram suas respectivas pesquisas, acertando suas respostas e indo além no tópico proposto que era de Física de partículas, principalmente na última na qual tem um apelo à divulgação científica no Brasil.

Considerações finais

O ensino de FMC apresenta um grande obstáculo que vai além do formalismo matemático, mas a compreensão física em si, e é nesse contexto que a metodologia (TIC's) aqui apresentada e a proposta didática descrita vai ao encontro da grande problemática exposta. É um grande desafio o professor conseguir em suas aulas, trazer para a cultura popular, conceitos que até então ficam quase exclusivos à comunidade científica. Ver e ouvir jovens formulando frases onde contém palavras como gluons, quarks, léptons, etc, é um sinal claro de que as atividades aqui apresentadas propiciaram resultados globalmente positivos. Isto é, a viabilidade se comprovou, o primeiro grande passo foi dado.

Com essa finalidade de alcançar conteúdos que não conseguimos expor experimentalmente, ou mostrar a olho nu que recorremos às tecnologias de informação e comunicação. Estas têm se mostrado muito eficazes em diversas áreas, mas principalmente no ensino. Recursos como softwares, aplicativos, acesso a internet auxiliam e muito nesta caminhada de desenvolvimento das competências aqui citadas, em que o aluno aprende a aprender, a investigar e a comunicar o que aprendeu. Observando sob a óptica do referencial teórico das TICs, as competências elencadas se fazem nítidas nos resultados apresentados.

É relevante observar que os desacertos apresentados em alguns questionamentos também podem ser interpretados como acertos se analisarmos de uma forma mais abrangente. O simples fato de se confundir sobre o papel de uma partícula atômica, já é um indicativo de progresso dado o quadro que se encontra a inserção da FMC no ensino médio. A sequência didática presente propiciou uma aproximação entre os estudantes e uma física mais atual, mas presentes nas interfaces do universo cultural ao qual estes estão imersos. Entre outras palavras, o grande triunfo de sequências didáticas como essas está no poder dela trazer para o popular os temas mais relevantes do viés científico, promovendo esse reencontro entre a sociedade e a ciência.

Referências

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

BELLUCCO, Alex; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

DE OLIVEIRA, Cláudio. TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v. 7, n. 1, 2015.

CAVALCANTI, F. O uso das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, 2006.

DRIVER, Rosalind et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, v. 9, n. 5, p. 31-40, 1999.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências?. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2016.

GALIAZZI, M. C. Algumas faces do construtivismo, algumas críticas. In: MORAES, R.(org.) **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.(131 - 158).

MACHADO, Daniel Iria; NARDI, Roberto. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 473-485, 2006.

PÉREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

TREVISOL, N. P.; CRESCÊNCIO, M.; DOMINGUES, M. J. C. S. **O uso da lousa digital interativa pelos docentes de um instituto federal (SC)**. Revista GUAL, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 120-142, 2016.

WITT, D. **Accelerate Learning with Google Apps for Education**. [2015].

Disponível

em:<<https://danwittwcdsbca.wordpress.com/2015/08/16/accelerate-learning-with-google-apps-for-education/>>. Acesso em: 03 dez. 2019

[1] Conteúdo preparado para a sequência de atividades. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1WPPWifw3F6C5bcevrwjYK3UMB_7oTwch/view?usp=sharing>. Acesso em 03 de dez. de 2019.

[2] Jogo Descobrimo o Bóson de Higgs. Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/b1nvkh9ecpie8c1/Jogo%20Descobrimo%20o%20b%20C3%B3son%20de%20Higgs.rar?dl=0>> - Acesso em 27 de nov. de 2019.

TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA EJA: UMA ANÁLISE CONECTIVISTA

DIGITAL INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EJA SCIENCE TEACHING: A CONNECTIVIST ANALYSIS

Geneci Libarino Figueredo¹, Wagner Duarte José²

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Departamento de Ciências Exatas e da Natureza, geneciev@gmail.com.br

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Departamento de Ciências Exatas e naturais, wagnerjose@uesb.edu.br

Resumo

Neste trabalho, apresentamos os resultados de uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório sobre as possibilidades de desenvolvimento do Conectivismo no uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino das Ciências Naturais e suas Tecnologias (CNT), no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Realizamos buscas online por publicações em periódicos e em anais de eventos da área de ensino de ciências e de Física, no período 2000-2019, com o objetivo de identificar trabalhos científicos neste contexto e analisá-los sob o viés conectivista considerando as seguintes questões: O que tem sido desenvolvido sobre o uso das TDICs no ensino de CNT no contexto da EJA? Como as pesquisas realizadas relacionam-se com os princípios do Conectivismo? Que perspectivas propõem para o desenvolvimento do Conectivismo em sala de aula? Elegemos como descritores os termos Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, Information and Communication Digital Technologies e Tecnologias Digitales de Información y Comunicación. Verificamos, a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves, que apenas 11 textos são pertinentes ao ensino de CNT na EJA. Após a leitura completa destes textos, selecionamos 7 que atenderam aos critérios de inclusão do estudo e analisamos suas relações com os pressupostos conectivistas. Concluímos que, apesar do termo conectivismo não estar inserido nem ser mencionado nas publicações selecionadas, os resultados evidenciaram possível sintonia com seus pressupostos, incluindo a convergência para uma nova visão de aprendizagem na era digital.

Palavras-chave: TDIC. Conectivismo. EJA. Ciências.

Abstract

In this work we present the results of an exploratory bibliographic research on the possibilities for the development of Connectivism in the use of Information and Communication Digital Technologies (ICDT) in the teaching of Natural Sciences and its Technologies (NST), in the context of Education for Youngs and Adults (EYA). We realized online searches for publications in periodicals and annals of science and physics education events, in the period 2000-2019. Our objective was identifying scientific works in this context and analyzing them under the connectivist bias

considering the following issues: What has been developed about the use of ICDT in the teaching of NST in the context of EYA? How do the research carried out relate to the principles of connectivism? What perspectives does that propose to the development of connectivity in the classroom? We have chosen as descriptors the terms Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, Information and Communication Digital Technologies and Technologies Digitales de Información y Comunicación. We verified, from the reading of the titles, abstracts and keywords, that only 11 texts are relevant to the teaching of NST at EYA. After reading these texts in full, we selected 7 that met the study's inclusion criteria and analyzed their relationship with the connectivist assumptions. We conclude that, although the term connectivism is neither inserted nor mentioned in the selected publications, the results showed a possible harmony with its assumptions, including the convergence towards a new vision of learning in the digital age.

Keywords: ICDT. Connectivism. EYA. Sciences.

Introdução

Nas últimas décadas, a inclusão das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) na sociedade reorganizou o modo como as pessoas vivem, comunicam e aprendem (SIEMENS, 2005). O uso educacional dessas tecnologias também ampliou as possibilidades para novas aprendizagens (KENSKI, 2003) nas aulas de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CNT), componente fundamental na formação da cidadania.

Para Moran, Masetto e Behrens (2009) e Preto (2011), entre outros, a utilização das TDIC no contexto educacional visa a melhoria do ensino, o que implica em mudanças na prática educativa. Em uma revisão de literatura sobre o uso das TDIC nos contextos relacionados à Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil, Joaquim e Pesce (2016) ressaltaram que essas tecnologias favorecem o ensino aprendizagem do aprendiz adulto e contribuem para a sua emancipação. Nesse cenário, consideramos ser necessário refletirmos a questão nos moldes do Conectivismo, teoria proposta por Siemens (2005) como um novo modelo para a aprendizagem sintonizada com as necessidades sociais das pessoas na era digital.

No presente trabalho, realizamos um levantamento bibliográfico de publicações que desenvolvem o uso educacional das TDICs no ensino de CNT no contexto da EJA, com o objetivo de destacar possíveis caminhos para a aprendizagem conectivista, a partir das seguintes questões norteadoras: O que tem sido desenvolvido sobre o uso das TDICs no ensino de CNT no contexto da EJA? Como as pesquisas realizadas relacionam-se com os princípios do Conectivismo? Que perspectivas propõem para o desenvolvimento do Conectivismo em sala de aula? É nossa intenção analisar estes trabalhos à luz dos pressupostos conectivistas visando tecer reflexões acerca de possibilidades para o ensino de CNT comprometido com a formação cidadã numa sociedade conectada.

Importância das TDIC no Ensino de Ciências/Física na EJA

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o número de matrículas na EJA chegou em 3,2 milhões em 2019. (INEP/MEC, 2020). Esse público demanda por um ensino que ofereça as bases

necessárias para a sua atuação consciente e crítica numa sociedade em que a inclusão digital vem se constituindo como necessidade básica para o cidadão do século XXI. Sobre o ensino em CNT na EJA, faz-se imprescindível apreciar o uso das TDIC, visto que, para Moran, Masetto e Behrens, 2009, p. 13) ensinar “é um processo social (inserido em cada cultura, com suas normas, tradição e leis) [...]”.

As TDIC nos orientam em direção a novas aprendizagens, possibilitando ações criativas e inovadoras que nos encaminham para avanços no desenvolvimento da humanidade (KENSKI, 2003). Desse modo, o uso das TDIC na prática educativa pode se constituir em uma importante estratégia para potencializar a aprendizagem dos estudantes pois “com o aumento do uso da internet e de diferentes mídias, a educação tende a passar por modernizações buscando soluções para se adequar ao perfil dos estudantes” (TORRES et al, 2017, p.1537).

Angotti (2015), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), Silva, Kalhil e Nicot (2015), José e Bastos (2017) ressaltam a importância de aprendizagens que tenham relevância social para o estudante, considerando inclusive o uso das TDIC para um fazer escolar comprometido com uma educação libertadora, sintonizada com nossa existência histórica (FREIRE, 2019). Segundo Delizoicov e Angotti (1994), o ensino-aprendizagem de Ciências “deve nortear-se pela capacidade de instrumentar o aluno [...] para melhor compreender a realidade onde se insere, possibilitando-lhe uma atuação consciente sobre ela” (p. 46).

O uso das TDIC também viabiliza a realização de discussões críticas desses artefatos pelos estudantes da EJA nas aulas de CNT. Segundo Joaquim e Pesce (2016), as ações que priorizam a inclusão digital podem possibilitar ganhos de aprendizagem e empoderamento desses sujeitos. De acordo com Moran, Masetto e Behrens (2009, p. 13), “educar é colaborar para que professores e alunos – nas escolas e organizações – transformem suas vidas em processos permanentes de aprendizagem”. A afirmação citada converge para o Conectivismo ao defender que, num contexto excessivo de dados e informações, “a ação do indivíduo será da ordem de buscar, agregar e avaliar a pertinência da informação para seus propósitos” (CARVALHO, 2013, p. 10).

Origem e pressupostos do Conectivismo

O Conectivismo foi apresentado e defendido como uma teoria da aprendizagem por seus criadores, George Siemens e Steven Downes, professores canadenses empenhados na exploração das possibilidades pedagógicas das novas TIC (COELHO ET AL, 2014). A primeira publicação sobre o Conectivismo aconteceu em 2004. A partir daí um novo olhar para a aprendizagem na era digital tem sido difundido por meio de diversas publicações (OLIVEIRA, 2018).

Siemens (2005) aponta que o Conectivismo se apresenta como uma teoria da aprendizagem para a era digital, em que os avanços tecnológicos mudaram a forma de ser, agir e pensar da sociedade. Para esse autor, as teorias da aprendizagem vigentes são limitadas para lidar com as novas demandas de aprendizagens advindas com a inclusão das tecnologias digitais na sociedade contemporânea. Ele critica as teorias explicitando que as mesmas se preocupam com o processo atual de aprendizagem, não com o valor daquilo que se aprende.

Para Carvalho (2013, p. 27) o “Conectivismo atribui relevância às novas condições e ecologias de aprendizagem que envolvem abundância de informação,

rede e conectividade. Sua emergência é em contexto de caos, mudanças rápidas e diversidades”. De acordo com Siemens (2005, p. 6), os oito princípios conectivistas são:

Aprendizagem e conhecimento apoiam-se na diversidade de opiniões; Aprendizagem é um processo de conectar nós especializados ou fontes de informação; Aprendizagem pode residir em dispositivos não humanos; A capacidade de saber mais é mais crítica do que aquilo que é conhecido atualmente; É necessário cultivar e manter conexões para facilitar a aprendizagem contínua; A habilidade de enxergar conexões entre áreas, ideias e conceitos é uma habilidade fundamental; A atualização (“currency – conhecimento acurado e em dia) é a intenção de todas as atividades de aprendizagem conectivistas; A tomada de decisão é, por si só, um processo de aprendizagem. Escolher o que aprender e o significado das informações que chegam é enxergar através das lentes de uma realidade em mudança.

Dentre as abordagens que podem sustentar o uso das tecnologias no ensino-aprendizagem de ciências, Silva, Kalhil e Nicot (2015) destacam as contribuições do Conectivismo em patamar similar ao de teorias como o Construcionismo e o Construtivismo. Os autores ainda ressaltam a importância das tecnologias para o ensino e divulgação das ciências, bem como a participação destas para a evolução e desenvolvimento desses mesmos artefatos.

Dessa forma, o Conectivismo se insere num contexto em que o conhecimento cresce e evolui rapidamente em que “as decisões são baseadas em fundamentos que mudam rapidamente” (SIEMENS, 2005, p. 6). Contudo, Bastos e Biagiotti (2014, p. 3) explicam que esse “novo aspecto pedagógico, entretanto, não é bem aceito nas academias e instituições de ensino e tem sido alvo de críticas”. Aqui, assumimos postura semelhante àquela defendida por Silva, Kalhil e Nicot (2015, p. 21) ao exporem que “a ideia é, sem dúvida, promissora e entende-se que precisa de uma maior aceitação e discussão pela comunidade científica”.

Procedimento Metodológico

Esta pesquisa se caracteriza como bibliográfica, de caráter exploratório. Realizamos buscas nas páginas eletrônicas de periódicos relacionados ao ensino de ciências ou EJA, classificados no Qualis da CAPES da Área de Ensino como A1, A2 e B1 (quadriênio 2013-2016). Também pesquisamos em atas/anais (*online*)¹ dos principais eventos da área de ensino de ciências ou de física. Como critério de inclusão, estabelecemos o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2019.

Utilizamos os seguintes descritores: Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, Information and Communication Digital Technologies e Tecnologias Digitales de Información y Comunicación. Por meio da leitura inicial de títulos, resumos e palavras-chaves, identificamos inicialmente 11 publicações relacionadas a esses descritores no contexto de ensino em CNT na EJA. Após a leitura completa destas publicações, observamos que apenas 7 apresentam alguma relação com ideias defendidas pelo Conectivismo possibilitando reflexões sobre um fazer escolar mais sintonizado com os desafios da era digital.

¹Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF); Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e no Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO). Porém não foram encontrados os anais de 2007 e 2009 do ENPEC.

Resultados e análise na perspectiva do Conectivismo

Em pesquisa recente, Joaquim e Pesce (2016) observaram que publicações acadêmicas voltadas ao uso educacional das TDIC na EJA são escassas. Nossos resultados indicam que, no ensino de CNT, os estudos são em número ainda menor. Ao focalizarmos para o uso dessas novas tecnologias na perspectiva conectivista, verificamos que apenas 3 artigos publicados em periódicos e 4 trabalhos em eventos, relacionados na tabela 1, apresentam possibilidades de articulação com o Conectivismo:

Tabela 1: Relação de periódicos ou evento, trabalho e autores encontrados

Autor (ano de publicação)	Título do trabalho encontrado	Periódico ou Evento
MANTOVANI; SHIEL; BARREIRO (2002)	Analisando a aplicação da Informática na Educação de Jovens e Adultos: é possível que a informática contribua para a construção de modelos científicos em Eletricidade?	EPEF
PAMPLONA; LINHARES E REIS (2009)	Ensinando Ciências no PROEJA na perspectiva de investigação e interativa	SNEF
REIS; LINHARES (2010)	Ensino de Ciências com Tecnologias: Um caminho metodológico no PROEJA	Educação e Realidade
HYGINO; SOUZA; LINHARES (2013)	Episódios da história da ciência em aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao método de estudo de caso.	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias
GONZALES; ROSA (2014)	Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da educação de jovens e adulto	Investigações em Ensino de Ciências
MATA; SILVA; MESQUISTA (2016)	Perfil do aluno da EJA quanto ao uso de TICs como auxílio nas atividades escolares na disciplina de Química	ENEQ
NASCIMENTO; SILVA (2017)	As representações sociais dos alunos da EJA acerca do tema tecnologia digitais no ensino de ciências	ENPEC

(Fonte: pesquisa dos autores, 2020)

Nos estudos de Reis e Linhares (2010); Pamplona, Linhares e Reis (2009) e Hygino, Souza e Linhares (2013) constatamos a exploração do uso de Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA) para realizar estudos de casos em turmas do PROEJA². No conjunto, esses autores consideram a interatividade, observada em espaços como fórum de discussões, um elemento fundamental para a construção de aprendizagens por meio do encontro de ideias e reflexões envolvendo os estudantes da EJA em aulas de CNT. Num viés conectivista, essas considerações se aproximam da ideia de que a aprendizagem e o conhecimento se apoiam na diversidade de opiniões, como também defende (Siemens, 2005).

² Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade educativa EJA criado em 2005.

No trabalho de Mata, Silva e Mesquita (2016) sobre o perfil do aluno da EJA quanto ao uso de TICs como auxílio nas atividades escolares na disciplina de Química, 83% desse grupo recorre a esse apoio didático, o que nos permite sinalizar que a aprendizagem está sendo influenciada pelas conexões em rede, ideia ligada ao Conectivismo. O estudo de Nascimento e Silva (2017) apontou que o uso das TIC favorece a superação de barreiras e uma formação mais global relacionando-se, portanto, com as necessidades impostas pela era digital, em que a “aprendizagem não é mais uma atividade interna, individualista” (SIEMENS, 2005, p. 8), e sim um processo associado às conexões de informações num meio de caos e mudanças.

Gonzales e Rosa (2014) exploraram o uso de um ambiente virtual visando favorecer a aprendizagem significativa na EJA durante o estudo de circuitos elétricos. Esse conteúdo também foi abordado por Mantovani, Shiel e Barreiro (2002) que, ao analisarem os resultados da aplicação de um software para simulação em aulas na referida modalidade no Telecurso 2000, evidenciaram que a interação aluno-computador-professor foi fundamental para a aprendizagem dos estudantes. Ao serem apontados que os estudantes superaram concepções alternativas acerca dos circuitos elétricos após a interação com o ambiente virtual, esses trabalhos revelaram indícios de correlação com o ideário conectivista.

Verificamos que o uso das tecnologias digitais nesses trabalhos, inclusive dos ambientes virtuais em CNT na EJA permite a criação de novos espaços de ensino com potencialidades para viabilizar uma aprendizagem contínua por parte de estudante. Esta também pode ocorrer além dos muros da escola por meio da conectividade em rede tendo em vista que a “flexibilidade da navegação no ambiente virtual dá oportunidade para a diversificação e personalização dos caminhos e a articulação entre saberes formais e não formais”, como contribui Kenski (2003, p.8).

A conectividade presente nessas novas tecnologias podem possibilitar ao estudante da EJA outros *locus* de estudo além da escola, recursos enriquecedores do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, em nossa cultura cada vez mais impactada pelos conhecimentos e relações também construídos em rede, faz-se “necessário cultivar e manter conexões para facilitar a aprendizagem contínua” (COELHO, ET ALL, 2014, p. 3).

Em síntese, esses 7 trabalhos tecem possibilidades de diferentes articulações dos pressupostos do Conectivismo, como as associadas com a diversidade de opiniões, aprendizagem contínua, atualização do conhecimento e a necessidade de enxergar conexões. Porém, demandam por uma visão mais próxima da centralidade conectivista apoiada no fundamento de que o conhecimento se encontra distribuído em rede de conexões, onde a aprendizagem é concebida como a capacidade de circular por essas redes. Contudo, contribuem ao reforçar a importância de se buscar meios para um ensino em CNT na EJA, por meio do uso das TDIC, mais alinhado com as necessidades do cidadão da era digital.

Considerações Finais

Os conhecimentos científicos e tecnológicos, como uma necessidade ao cidadão do século XXI e associados ao que dispõem as orientações curriculares vigentes para o ensino de CNT, vem direcionando reflexões voltadas para o uso das TDIC no ensino de CNT na EJA, em contexto social fortemente influenciado pela cultura digital. Como explicita Angotti (2015), a presença da Ciência e da Tecnologia no mundo contemporâneo justifica e torna o seu ensino imperativo. É possível que o

uso da TDIC no ensino de CNT na EJA venha favorecer uma educação capaz de proporcionar “constantes desafios, que possam ser superados a partir do trabalho coletivo e da troca de informações e opiniões” (KENSKI, 2003, p. 8).

Nossos resultados indicam que o uso educacional dessas novas tecnologias possibilita reflexões, debates e compartilhamentos de ideias, em diferentes tempos e espaços entre os envolvidos, as quais enriquecem o trabalho da sala de aula. Amplia-se a abrangência dos conteúdos estudados, direcionando o estudante para uma aprendizagem ao longo da vida, numa perspectiva conectivista. Desse modo, o uso das TDIC nas aulas de CNT na EJA pode vir a se constituir numa potencial tendência do ensino aprendizagem na era digital.

Considerando os avanços e desafios postos em questão, nossa análise vai ao encontro da ideia freiriana de que o ato de ensinar e aprender também se constitui em produzir as condições favoráveis para aprender de maneira crítica. Isto demanda por espaços com condições estimuladoras para os estudantes realizarem as conexões de informações, por meio de diversos meios, visando novas aprendizagens, principalmente num cenário de rápidas mudanças e fontes diversas de informações, em que as mesmas necessitam de tratamento e avaliação por parte do sujeito contemporâneo, como advoga o Conectivismo (COELHO ET AL, 2014).

Referências

ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFSC-EAD-CED-CFM, 2015.

BASTOS, R. C. BIAGIOTTI, B. MOOCs: uma alternativa para a democratização do ensino. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 1, 2014.

CARVALHO, M. J. S. (2013). Proposições e controvérsias no conectivismo. RIED. **Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, 16(2), 9-31.

COELHO, M. et al. Conectivismo: uma teoria educacional para um novo modelo de aprendizagem. **XI EVIDOSOL e VIII CILTEC**. Disponível em: <http://evidosol.textolivres.org/papers/2014/upload/7.pdf>. Acesso em, v. 9, n. 09, p. 2016, 2014.

DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. 1ª ed. São Paulo. Cortez. 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 67ª Ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2019.

JOAQUIM, B. S.; PESCE, L. As Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação nos Contextos da Educação de Jovens e Adultos: Uma Revisão de Literatura (2007-2014). **Olhares: Revista do Departamento de Educação da Unifesp**, v. 4, n. 1, p. 86-106, 2016.

GONZALES, E. G.; ROSA, P. R. S. Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da Educação de Jovens e Adultos. **Investigações em Ensino de Ciências**, 19(2), 477-504.

HYGINO, C. B.; SOUZA, N. S.; LINHARES, M. P. Episódios da história da ciência em aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao

método de estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, 2013.

JOSÉ, W. D; BASTOS, F. P. Trabalho colaborativo no Ensino de Física mediado por tecnologias educacionais em rede para resolução de problemas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 47-68, 2017.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 10, p. 1-10, 2003.

MANTOVANI, K. C.; SCHIEL, D.; BARREIRO, Á. Analisando a aplicação da Informática na Educação de Jovens e Adultos: É possível que a Informática contribua para a construção de modelos científicos em Eletricidade?. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2002.

MATA, J. A. V; SILVA, V. A.; MESQUISTA, N. A. S. Perfil do aluno da EJA quanto ao uso de TICs como auxílio nas atividades escolares na disciplina de Química. **Atas do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**. Florianópolis, 2016.

MORAN, J. M; MASETTO, M. B; M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2009.

OLIVEIRA, N. P. **Language MOOCs: uma análise conectivista do ensino de línguas**. MS thesis. Universidade Federal de Pelotas, 2018.

PAMPLONA, M. H. et al. Ensinando Ciências no PROEJA na Perspectiva de Investigação e Interatividade. **Atas do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Vitória, 2009.

PRETTO, N. de L. O desafio de educar na era digital. **Revista Portuguesa de Educação**, 2011, 24.1: 95-118.

REIS, E. M.; LINHARES, M. P. Ensino de Ciências com Tecnologias: um caminho metodológico no PROEJA. **Educação & Realidade**, v. 35, n. 1, p. 129-150, 2010.

SIEMENS, G. Conectivismo: Una teoría de la enseñanza para la era digital. **International Journal of Instructional Technology and Distance Learning**, v. 2, n. 10, p. 3-10, 2005

SILVA, W. A; KALHIL, J. B. NICOT, Y. E. Uma análise comparativa das abordagens metodológicas que podem sustentar a utilização das tecnologias do processo de ensino e aprendizagem de ciências. **Revista REAMEC**, Cuiabá – MT, n. 03, dezembro 2015. ISSN: 2318-6674

TORRES, P. L. *et al.* Experiência de Educação Ambiental utilizando Pesquisa Inovação Responsáveis da Pontifícia Universidade Católica do Paraná no Projeto Europeu Engage. **Revista Diálogo Educacional**, v. 17, n. 55, p. 1530-1554, 2017. jun./ago., 2017.

INSERÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA EDUCAÇÃO BÁSICA COM A UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS

INSERTING TOPICS IN MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS IN BASIC EDUCATION WITH THE USE OF COMPUTATIONAL SIMULATORS

Guilherme Bratz Taube¹, Douglas Bassani², Rosemar Ayres dos Santos³

¹Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)/ Curso de Física/ guibratz21@gmail.com

²UFFS/ Curso de Física / douglas.db60@gmail.com

³UFFS/ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências/roseayres07@gmail.com

Resumo

A inclusão de temas da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na Educação Básica está em constante debate, são muitos os estudos de qual a melhor forma de tratar tais temas. No cenário atual em que o uso de novas tecnologias é uma realidade, tendo grande relevância aplicações da FMC na criação dessas tecnologias presentes em nossa sociedade. Investigamos como são apresentados os resultados dos trabalhos sobre FMC publicados nas atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), objetivando identificar e caracterizar a inserção de temáticas sobre a FMC na Educação Básica que utilizam recursos como simuladores e ambientes virtuais (AV). Metodologicamente utilizamos a Análise Textual Discursiva, composta de três etapas: unitarização, categorização e comunicação, tendo como resultado duas categorias: a) Formação Inicial e continuada de professores e o ensino de tópicos de FMC na Educação Básica; e b) Uso de simuladores no ensino de FMC na Educação Básica. Como síntese da pesquisa, sinalizamos que, apesar dos crescentes avanços identificados na problematização da FMC, ainda existem barreiras a serem transpostas quanto a sua efetiva implementação nos currículos e nas práticas educativas em sala de aula da Educação Básica.

Palavras-chave: Ensino de Física. Simulação Computacional. Tecnologia Educacional. Prática Educativa.

Abstract

The inclusion of themes of Modern and Contemporary Physics (MCP) in Basic Education is in constant debate, there are many studies on the best way to deal with these themes. In the current scenario in which the use of new technologies is a reality, with MCP applications having great relevance in the creation of these technologies present in our society. We investigated how the results of the works on MCP published in the minutes of the Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) are presented, aiming to identify and characterize the insertion of themes about MCP in Basic Education that use resources such as simulators and virtual environments. Methodologically, we use Discursive Textual Analysis, composed of three stages: unitarization, categorization and communication, resulting in two categories: a) Initial and continuing teacher training and the teaching of MCP topics

in Basic Education; and b) Use of simulators in the teaching of MCP in Basic Education. As a synthesis of the research, we signal that, despite the increasing advances identified in the problematization of the MCP, there are still barriers to be overcome regarding its effective implementation in the curricula and educational practices in the Basic Education classroom.

Keywords: Physics teaching. Computer Simulation. Educational Technology. Educational Practices.

Introdução

Na atualidade, a inserção de temas de FMC na Educação Básica tem gerado debates sobre sua implementação em razão de professores não incluírem em suas aulas tal abordagem motivados, muitas vezes, por se tratar de um conteúdo considerado de difícil compreensão ou até mesmo por falta de recursos e materiais de apoio para utilizar em sala de aula. Faz-se necessário que eles consigam traduzir as teorias para uma linguagem que o estudante consiga compreender. Entretanto, mesmo com as possíveis dificuldades, há importância do estudo da FMC em razão de estarmos cercados de Ciência-Tecnologia (CT) que pode ser explicada a partir desse conhecimento. Assim, autores como Ostermann e Moreira (2000), Pereira e Ostermann (2009), Monteiro (2010, 2016), Abilino (2015), entre outros, consideram importante e defendem a discussão de conceitos relacionados à FMC.

Nesse sentido, os avanços científico-tecnológicos são muitos no cenário atual e a FMC tem significativa contribuição na aplicação de conceitos e pesquisas para a evolução da CT buscando sempre equipamentos mais sofisticados que venham a suprir/ajudar nas necessidades do ser humano. Os estudantes ao verem o noticiário ou lerem revistas científicas, sentem curiosidade em compreender conceitos que envolvem FMC podendo, assim, o professor problematizar em sala de aula conceitos relacionados a ela ao passo que os estudantes associam as aplicações no seu mundo vivido, tornando a teoria mais próxima de sua realidade.

Desse modo, contribuindo para a compreensão dos avanços científico-tecnológicos, colabora a torná-los cidadãos mais críticos, que conseguem refletir sobre como esses avanços auxiliam para o bem estar da sociedade, na medida em que, também, podem implicar em alterações negativas sobre a sociedade, dependendo das tomadas de decisão quanto a sua utilização.

Nessa perspectiva, o interesse do estudante pelos temas de FMC também depende de como ele será instigado a compreender. O uso de simuladores na sua problematização pode ser uma alternativa para melhorar essa compreensão. Assim, no processo do ensinar e aprender,

[...] o professor deve levar em consideração que [...] é necessário considerar também a linguagem digital. Neste processo de incorporação ele precisa propor novas formas de aprender e de saber se apropriar criticamente de novas tecnologias, buscando recursos e meios para facilitar a aprendizagem (BEHRENS, 2000, p. 75).

Nesse sentido, os simuladores foram introduzidos no ensino de física com a finalidade de reproduzir experimentos de forma virtual a fim de facilitar a compreensão de teorias científicas de forma interativa, facilitando a aprendizagem. Pois, “uma simulação é um modelo que pretende imitar um sistema, real ou

imaginário, com base em uma teoria de operação desse sistema” (CHAVES; SETZER, 1988).

O estudante tem a oportunidade de manipular variáveis e parâmetros dentro de uma simulação com outros colegas, colaborando com o diálogo reflexivo acerca do fenômeno física reproduzido. Assim, os simuladores

Permitem a visualização gráfica de elementos sutis do modelo teórico. Possibilitam a participação ativa dos alunos: sistemas interativos exigem respostas e tomadas de decisões, fazendo com que o aluno construa seu próprio conhecimento. Contribuem na interpretação de modelos físicos: ao utilizar laboratórios virtuais e testar hipóteses, obtendo previsões sobre esses sistemas, o aluno é capaz de refletir sobre diferentes modelos teóricos (FIGUEIRA, 2005, p. 615).

E, em relação aos professores necessitam ter uma formação de como manusear para demonstrar o seu funcionamento, pois são uma representação da realidade e que, muitas vezes, não reproduzem toda a complexidade de um fenômeno físico real, podendo ser feitas alterações para melhor funcionamento e se aproximarem dessa realidade. Desse modo, utilização desses AV para reproduzir fenômenos de FMC é feita, em sua maioria, por professores que já utilizavam essa ferramenta na sua formação inicial e continuada.

Nesse âmbito, investigamos como se apresentam os trabalhos sobre FMC apresentados no EPEF. Objetivando identificar, caracterizar e analisar os trabalhos referente à FMC. Investigamos como são apresentados os resultados dos trabalhos sobre FMC publicados nas atas do EPEF, com temáticas sobre a FMC na Educação Básica que utilizam recursos como simuladores e AV.

Metodologia

Este trabalho é de natureza qualitativa, consiste em pesquisa bibliográfica de cunho documental (GIL, 2008). O *corpus* de análise foi composto por trabalhos presentes nas atas das edições EPEF no período de 1994-2018¹. Para a seleção desse *corpus* utilizamos duas etapas distintas. Na primeira, o critério de seleção foi conter no título e/ou resumo e/ou palavras-chave, os descritores Física Moderna e Contemporânea e/ou FMC e/ou simuladores e/ou ambientes virtuais e/ou AV. Nesta etapa encontramos duzentos e noventa e sete (297) trabalhos.

Na segunda etapa, com o objetivo contemplar nosso objeto de pesquisa, desses, selecionamos apenas os artigos que discutiam sobre o uso de simuladores no ensino da FMC, tanto na inserção desses em sala de aula como o estudo na formação inicial e continuada de professores, resultando em dezoito (18) trabalhos (quadro 1).

Quadro 1: Trabalhos do EPEF selecionados para análise

Título	Edição e Ano
Uma aula sobre o efeito fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades	VIII (2002)
Formação continuada e a distância de professores de física: desenvolvimento do conhecimento profissional	IX (2004)
Um exemplo do uso de experimentos virtuais objetivando a introdução de	IX (2004)

¹ Seleção feita a partir das atas on-line, disponíveis em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/eventos/eventos-realizados>. Não estando disponíveis as atas das edições anteriores a 1994 e as do ano de 1998.

conceitos de mecânica quântica na disciplina de estrutura da matéria	
Formação continuada de professores de física em um ambiente virtual construtivista de aprendizagem: análise da progressão do conhecimento profissional	IX (2004)
Investigando o uso do ciclo da experiência kellyana na compreensão do conceito de difração de elétrons	X (2006)
Evolução conceitual de professores de física do ensino médio sobre o fenômeno da interferência quântica	X (2006)
Uso de um espaço virtual de aprendizagem na formação inicial de professores de física: estudando o currículo de física	X (2006)
Avaliação de um sistema hipermídia enquanto recurso didático para o ensino de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência	X (2006)
Análise discursiva na formação inicial de professores: uma discussão	XI (2008)
Modelos mentais de alunos do proeja sobre fenômenos clássicos e modernos e a dualidade da luz	XII (2010)
Condições de produção iniciais de estudantes de licenciatura sobre a física moderna e contemporânea	XII (2010)
Dificuldades de professores de física em situação de inovações curriculares e em curso de formação	XII (2010)
A construção de significados sobre a natureza da luz: um estudo utilizando o imz	XIV (2012)
Apropriação do conceito de emaranhamento quântico por professores em formação	XV (2014)
O uso dos momentos didáticos de Chevallard aplicados em um estudo de caso em física moderna	XV (2014)
Física quântica no ensino médio: análise bakhtiniana de uma aula sobre a dualidade onda-partícula	XV (2014)
Os três momentos pedagógicos na formação continuada de professores: discutindo ensino de física moderna e contemporânea	XV (2014)
Análise discursiva de textos sobre nanotecnologia como subsídio para abordagens em sala de aula	XV (2014)

Fonte: TAUBE; BASSANI; SANTOS (2020).

Com o *corpus* estruturado, iniciamos a efetiva análise guiados metodologicamente pela Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006; MORAES; GALIAZZI, 2007),

A ATD é dividida em três etapas, a primeira é unitarização, momento em que os textos são separados em unidades (núcleos) de sentido, ocorrendo o processo de *desmontagem* desses, destacando elementos constituintes, nessa fase examinamos o material, identificamos e isolamos ideias importantes, surgindo os núcleos de sentido. Utilizamos códigos para identificar a origem de cada uma desses núcleos que foram retirados dos textos. Em síntese, selecionamos os trabalhos, os quais foram “recortados, pulverizados, desconstruídos, sempre a partir das capacidades interpretativas do pesquisador” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 132).

A segunda etapa da ATD incide na categorização, a qual “é um processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 197), a partir dos núcleos de sentido identificados no processo de unitarização. Com esses construímos relações de semelhança e agrupamos os elementos semelhantes em duas categorias, discutidas no próximo item, foram nomeamos considerando que a inserção de FMC na Educação Básica se deve a discussão desses tópicos tanto na formação inicial do professor como em sua formação continuada.

Na terceira etapa temos a auto-organização, a comunicação de novas compreensões na forma de metatextos com descrição e interpretação do que foi

estudado e analisado, nesse momento o autor se afasta dos materiais que analisou para chegar em novas teses e argumentos originais que foram extraídos de sua análise e compreensão, segundo Moraes (2003),

Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados. A qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas de sua validade e confiabilidade, mas é, também, consequência de o pesquisador assumir-se como autor de seus argumentos.

Assim, construímos o metatexto com a escrita dos resultados e considerações, a partir dos referenciais teóricos e metodológicos assumidos.

Resultados e Discussões

Embora em algumas atividades ainda encontrássemos alguns equívocos referentes às práticas docentes em relação à FMC, destacamos a importância delas na tentativa de superação da falta deste conteúdo, uma vez que, estão contribuindo para a formação cognitiva dos estudantes. Destacamos a relevância destas para a motivação em querer aprender deles, pois “o ensino que se pretende é aquele que propicie condições para o desenvolvimento de habilidades, o que não se dá simplesmente por meio do conhecimento, mas de estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas” (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007, p. 80). Nesse sentido, apresentamos a seguir as categorias decorrentes da análise.

Formação inicial e continuada de professores e o Ensino de tópicos de FMC na Educação Básica

Nessa categoria encontramos um total de 23 núcleos de sentido que discorrem sobre uma formação adequada com a inserção de FMC desde a formação inicial até a continuada de professores. Pensando que muitas das dificuldades da inserção de tópicos de FMC na Educação Básica decorrem da falta de familiaridade com o tema. Como refere Barros e Bastos (2006) que investigaram as concepções de licenciandos em Física que utilizam AV para discutir difração de elétrons relacionando a FMC,

[...] oportunizamos aos alunos a utilização dos softwares, instigando-os a explorar todas as possibilidades oferecidas por esses recursos, na tentativa de fazê-los compreender os conceitos teoricamente abordados em sala de aula. A partir das várias respostas dadas ao segundo questionário, que são possíveis representações esquemáticas, oriundas da forma como eles interagiram com o assunto [...], constitui uma estratégia relevante para que o professor desempenhe o seu papel de promover mudanças nas concepções dos alunos, gerando assim novos construtos (p. 9).

O uso de simuladores e AV na graduação pode melhorar a didática e formação profissional, objetivando que depois de formado, utilize simuladores em sala de aula como, também, auxiliar professores na formação continuada que não tiveram a oportunidade de trabalhar com softwares durante sua formação inicial e veem como necessidade para se adequar aos avanços da CT, como destacado por Araújo e Rezende (2006) ao salientarem que

A necessidade de formação continuada dos professores das Ciências mostra-se premente num mundo onde as transformações, nos diversos setores da sociedade, são muito velozes. Contudo, muitos professores do ensino básico não têm como dar continuidade a essa formação em função das condições de trabalho, que os obriga a trabalhar dezenas de horas em sala de aula (p.1).

Sabendo quão importante é o uso dos AV na formação inicial docente no intuito de gerar reflexões e proporcionar o contato em sala de aula com recursos como simulações e animações. Contudo, o uso de simulador pode ser acompanhado de roteiros que, de forma ampla, poderá auxiliar os professores na elaboração das aulas conforme Ostermann, Padro e Ricci (2006) ao destacarem que

o uso de softwares educacionais acompanhados de roteiros para utilização e questões a serem respondidas. Os roteiros, se elaborados adequadamente, guiam os alunos para explorar todas as potencialidades do software e também situações que eles não poderiam antecipar por falta de domínio do conteúdo (p. 11)

Assim, a partir dos trabalhos analisados, observamos que o contato do professor, em sua formação inicial e continuada, com os AVs pode facilitar a utilização na sua atuação. E, esse contato trará mais segurança e conhecimento para a problematização de FMC em sala de aula com o auxílio dos simuladores.

Uso de simuladores no ensino de FMC na Educação Básica

Nesta categoria identificamos 21 núcleos de sentido que retratam o uso de simuladores como uma forma de problematizar conceitos de FMC de modo a facilitar o entendimento do tema. Como em um trabalho que retrata o uso de simuladores para melhor compreensão do conteúdo de efeito fotoelétrico, os autores salientam que “*experimentos virtuais, quando bem orientados, podem ser instrumentos muito úteis para o desenvolvimento de conceitos físicos, principalmente em áreas em que a física experimental encontra sérios limites para atuação*” (TAVOLARO *et al.*, 2002, p.10). Concordamos que o uso de simuladores é indicado para uma melhor abstração de conceitos da FMC, muitos desses, difíceis de serem reproduzidos através de um experimento na escola básica.

Outro trabalho analisado foi o de software educacional para dar suporte ao ensino-aprendizagem da FMC, após a utilização desse AV em sala de aula, os estudantes responderam a um questionário sobre a utilização desse

[...] é mais interessante do que essas aulas que a gente tem normalmente, só com quadro e caderno. É bem melhor você trabalhar ali no computador. Você ver coisa diferente assim. Sair daquela rotina. É bem melhor. Você aprende mais até. Se você me perguntar alguma coisinha de Física que eu estudo na escola, eu não sei responder nada. Agora... daqui a gente já tem uma base assim mais ou menos. Né? (E5) (MACHADO; NARDI, 2006, p. 7).

Assim, avaliamos que o uso de AVs podem estimular o estudante a buscar construir conhecimentos e fazer leituras crítico-reflexivas relacionadas às aulas com um maior envolvimento com o conceito, podendo acessar esses AVs, também, fora do contexto escolar em razão de sentirem maior interesse/curiosidade pelo conteúdo, além de propiciar um trabalho coletivo durante as aulas para manusear o equipamento e reproduzir esses ambientes,

[...] uma vez que as simulações computacionais configuram-se como importante instrumento de ensino e aprendizagem, pois dentre outras características percebe-se que elas permitem a visualização gráfica de elementos sutis do modelo teórico e de fenômenos, possibilitam a participação ativa dos estudantes, devido seu grau de interatividade e contribuem para a interpretação de modelos físicos quando utilizados como laboratórios virtuais (HOHENFELD; PENIDO; LAPA, 2012, p. 4).

Desse modo, como a FMC faz parte do mundo vivido pela nossa sociedade atual, o seu estudo oportuniza aos estudantes um melhor entendimento do mundo que os cerca e compreendendo a presença dos fenômenos físicos nesse contexto. Além do que, necessitamos considerar, como aponta Monteiro (2016)

[...] não apenas o avanço da tecnologia, mas o significativo aumento do número de celulares pela população jovem, aliado à uma maior cobertura da rede de dados móveis, a utilização desses recursos em sala de aula pode ser uma ferramenta bastante útil ao professor [...] (p. 3).

E, como muitos dos fenômenos físicos requerem certa abstração para sua compreensão, pois não são visíveis a olho nu, necessitando da utilização de diferentes instrumentos didático-pedagógicos, os simuladores é uma opção que os estudantes demonstram interesse, colaborando para essa compreensão dos fenômenos.

Considerações

Com a realização da pesquisa, tendo os trabalhos publicados nas atas do EPEF como *corpus* de análise, observamos o avanço nos estudos sobre a importância da inserção de tópicos de FMC na Educação Básica a cada nova edição do evento. Notamos que essa preocupação já vem de longa data, não só a inserção da FMC, como uma maior atenção na formação inicial e continuada de professores, abordando o tema com maior atenção para buscar a compreensão desses professores, para que assim possam trabalhá-la em sua sala de aula, utilizando-se de vários recursos que teve contato durante a formação, podendo ser um deles os AVs que podem facilitar ou melhorar a compreensão desses tópicos.

Os trabalhos indicam que os mais diversos simuladores são utilizados em sala de aula como: Simulação computacional do Efeito Fotoelétrico, simulação de um Interferômetro de Mach-Zehnder (IMZ), muitas simulações do PhET. Já, na formação continuada de professores foi apontado o InterAge. Observamos com a análise que esses recursos podem contribuir para o ensino-aprendizagem, sendo cada vez mais necessários em sala de aula, os professores estão se apropriando mais do uso dessas novas tecnologias, mas ainda é um desafio grande para eles.

Entretanto, o uso de simuladores para tratar de tópicos de FMC foi defendido por muitos dos autores dos trabalhos, que acreditam que esses AVs podem ser contribuir para discutir FMC, facilitando sua compreensão em virtude de que no mundo vivido pelos jovens, os nativos digitais, o uso da CT é frequente e deve-se trazer essa para a sala de aula para problematizar fenômenos físicos e relacionar. Sendo assim, o uso de simuladores é um recurso com potencial para ser utilizado em sala de aula e proporcionar ganhos cognitivos significativos.

Referências

- ABILINO, J. E. D. **Inserção de tópicos de física moderna na realidade escolar do planalto norte catarinense**. 2015. 46p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física Licenciatura), UTFP, Curitiba, 2015.
- ARAÚJO, R; REZENDE, F. Formação continuada de professores de Física em um ambiente virtual construtivista de aprendizagem: análise da progressão do conhecimento profissional. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 10, 2006, Londrina. **Anais**. São Paulo: SBF. p. 1-11.

- BARROS, M. A; BASTOS, H. F. B. N. Investigando o uso do ciclo da experiência kellyana na compreensão do conceito de difração de elétrons. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 10, 2006, Londrina. **Anais**. São Paulo: SBF. p.1-13.
- BEHRENS, M. A. Projetos de Aprendizagem Colaborativa num Paradigma Emergente. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M.A. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica**. 3. ed. Campinas: Papirus; 2000. p. 67-129.
- CHAVES, E. O. C; SETZER, V. W. **O uso de computadores em escolas: fundamentos e críticas**. São Paulo: Scipione, 1988.
- FIGUEIRA, J. S. Easy Java Simulations: Modelagem Computacional para o Ensino de Física. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 27, n. 4, p. 613-618. 2005.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HOHENFELD, D. P; PENIDO, C. M.; LAPA, J. M. A construção de significados sobre a natureza da luz: um estudo utilizando o imz. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 14, 2012, Maresias. **Anais**. São Paulo: SBF. p.1-9.
- MACHADO, I. M; NARDI, R. Avaliação de um sistema hipermídia enquanto recurso didático para o ensino de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 10, 2006, Londrina. **Anais**. São Paulo: SBF. p.1-11.
- MONTEIRO, M. A. **Discursos de Professores e de Livros Didáticos de Física do Nível Médio em Abordagens sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Algumas implicações educacionais**. 2010. 438 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- MONTEIRO, M. A. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2016.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p.191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- OSTERMANN, F., MOREIRA, M. A. Física contemporânea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Revista de Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v. 18, n.3, p. 391-404, 2000.
- OSTERMANN, F; PADRO, S; RICCI, T. Evolução conceitual de Professores de Física do Ensino Médio sobre o fenômeno da interferência Quântica. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 10, 2006, Londrina. **Anais**. São Paulo: SBF. p. 11.
- PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 393-420, 2009.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.
- TAVOLARO, C. R.C *et al*. Uma aula sobre o efeito fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Anais**. São Paulo: SBF. p. 1-13.

UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO ARDUINO E DO S4A NO ENSINO DE FÍSICA

A PROPOSAL FOR THE USE OF ARDUINO AND S4A IN PHYSICS TEACHING

Ana Flávia Amaral Silva¹, Clarice Parreira Senra²

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Instituto de Ciências Exatas/anafaviamarals@gmail.com

² Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Educação/clarice.senra@ufjf.edu.br

Resumo

O surgimento do Arduino atrelado ao uso de sensores e componentes eletrônicos possibilitou um avanço significativo nos projetos educacionais que visam a difusão de conceitos e o entendimento de fenômenos físicos. Tais avanços se tornaram possíveis pelo fato do Arduino ser uma plataforma livre, ter baixo custo de prototipagem e uma infinidade de aplicações. Entretanto, um limitador do seu uso é a necessidade de usar uma linguagem de programação com nível de dificuldade médio. Visando driblar esse limitador, as linguagens de programação em blocos aparecem na tentativa de suprir essa necessidade. Este trabalho propõe, por meio de uma questão problematizadora, uma atividade que envolve a conversão entre escalas termométricas, tendo como público alvo estudantes do ensino médio. Como recursos didáticos utilizamos um software que faz uso de uma linguagem de programação em blocos, o S4A, o Arduino UNO e um sensor de temperatura. Os recursos: S4A e o Arduino se adequaram a proposta de ensino apresentada neste trabalho e o sensor de temperatura utilizado para o desenvolvimento desta atividade apresentou resultados satisfatórios. Atividades futuras relacionadas a esse e outros assuntos podem ser planejadas visando corroborar com o processo de construção do conhecimento relativo tanto ao Arduino e S4A, quanto aos conhecimentos físicos, sempre na busca de aprender sobre novos sensores, componentes e aparatos tecnológicos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Arduino, atividades experimentais, tecnologias.

Abstract

The emergence of Arduino linked to the use of sensors and electronic components has enabled a significant advance in educational projects aimed at the dissemination of concepts and the understanding of physical phenomena. Such advances were made possible by the fact that Arduino is a free platform, has low prototyping costs and a multitude of applications. However, a limitation of its use is the need to use a programming language with a medium level of difficulty. In order to circumvent this limiter, block programming languages appear in an attempt to meet this need. This work proposes, through a problematic question, an activity that involves the conversion between thermometric scales, targeting high school students. As teaching resources we use software that makes use of a block programming language, S4A, Arduino UNO and a temperature sensor. The resources: S4A and Arduino were adapted to the teaching proposal presented in this

work and the temperature sensor used for the development of this activity showed satisfactory results. Future activities related to this and other subjects can be planned in order to corroborate the process of building knowledge concerning both Arduino and S4A, as well as physical knowledge, always in the search to learn about new sensors, components and technological devices.

Keywords: Physics teaching, Arduino, experimental activities, technologies.

Introdução

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) podem auxiliar o ensino de Ciências, por meio de diferentes ferramentas que permitem uma maior interação dos alunos com diversos conceitos científicos, assim como possibilidades de simular diferentes fenômenos abstratos. Apesar do grande potencial das TIC para o ensino, seu uso no contexto escolar é reduzido devido a várias barreiras enfrentadas pelos professores, classificadas por Ertmer (1999) como barreiras de 1ª ordem e barreiras de 2ª ordem. As barreiras de 1ª ordem são aquelas externas ao professor, como falta de equipamentos, suporte, ausência de assistência técnica, falta de tempo para preparar as atividades, inexistência de programas de formação. Além das barreiras externas, os professores enfrentam barreiras internas (2ª ordem), as quais incluem conhecimentos e habilidades de como utilizar as tecnologias, como avaliar e selecionar os recursos tecnológicos.

No ensino de Física as TIC podem ajudar os alunos a compreender vários fenômenos por meio de simuladores, sensores, que permitem simular diferentes situações abstratas. As tecnologias aliadas às práticas experimentais investigativas (BORGES, 2002), onde o aluno é estimulado a buscar o conhecimento por meio de situações e problemas reais (SENRA & BRAGA, 2014), podem ser uma importante estratégia para o ensino de Física.

A atividade experimental é considerada uma importante estratégia didática para o ensino de Física, auxiliando os alunos na compreensão de conceitos e também como uma motivação para ensinar e aprender Física (ARAÚJO & ABIB, 2003). Muitas escolas não possuem laboratórios de Ciências, sendo um dos motivos pelos quais muitos professores não desenvolvem atividades experimentais em suas aulas. Como uma alternativa aos laboratórios, o Arduino pode ser utilizado pelos professores e alunos como um recurso didático motivador para o ensino de Física (MOREIRA et al., 2018). O Arduino é uma plataforma de desenvolvimento open-source, ou seja, é uma plataforma livre baseada em hardware e software fáceis de usar, e de baixo custo. Por meio dessa ferramenta os professores e alunos podem construir diversos aparatos experimentais de baixo custo e que permitem trabalhar diferentes conceitos físicos.

Uma das limitações da utilização do Arduino no ensino é a sua programação; a linguagem de programação do Arduino é a C++ com algumas modificações. Como alternativa temos os ambientes de programação em blocos, nos quais o desenvolvimento dos projetos é feito através de uma linguagem visual, de forma lúdica, sem a necessidade de qualquer conhecimento prévio relacionado à programação (RIOS et al., 2019). Com essa proposta de desenvolvimento tem-se inúmeras opções, dentre elas: S4A (Scratch for Arduino), KittenBlock, Scratchduino.

A programação em blocos pode auxiliar bastante os professores e alunos no desenvolvimento de atividades e experimentos, visto que sua utilização é estruturada basicamente na lógica e não tem as formalidades de uma linguagem de programação em si. Uma vez apresentado o S4A, o Arduino e seus componentes aos alunos, futuras atividades, que podem abranger quaisquer outras áreas do conhecimento, serão mais facilmente implementadas e poderão ter maior grau de complexidade.

Neste trabalho apresentamos uma proposta de atividade experimental que aborda implicitamente os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico, com o objetivo de trabalhar com as escalas termométricas e suas conversões. Isso é feito por meio do Arduino e do software S4A.

Desenvolvimento da atividade

Este trabalho foi desenvolvido para ser implementado nas aulas de física para alunos do 2º ano do Ensino Médio, podendo auxiliar no desenvolvimento de habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como por exemplo: fazer previsões, construir protótipos e realizar cálculos com apoio às tecnologias digitais (Brasil, 2018).

A proposta de atividade consiste em apresentar a questão problematizadora abaixo para os alunos ao trabalhar os conceitos relacionados à termometria, com o objetivo de despertar a curiosidade dos mesmos e envolvê-los no assunto. A atividade foi pautada com a intenção de motivar e incentivar o aprendizado dos alunos, de uma forma simples e com recurso às tecnologias. Tais parâmetros podem ser avaliados pelo professor através da observação do aluno durante a realização da atividade, em conjunto com um relatório escrito e uma autoavaliação que deverão ser entregues ao término da atividade¹. Além do aprendizado previsto, relacionado à disciplina, é importante destacar que a introdução dessas tecnologias no dia a dia do aluno traz melhoras no raciocínio crítico, no pensamento sistêmico, na resolução de problemas, além de estimular a criatividade e curiosidade intelectual (PEREIRA, 2016).

Uma forma de observação muito utilizada na pesquisa qualitativa é a observação participante, “uma estratégia que envolve, pois, não só a observação direta, mas todo um conjunto de técnicas metodológicas pressupondo um grande envolvimento do pesquisador na situação estudada” (LUDKE & ANDRÉ, 1986, p.28). O professor pode realizar anotações logo após a realização da atividade. A observação do aluno como método de avaliação deve ser previamente planejada pelo professor, levando em consideração os recursos disponíveis para realização da atividade e a forma de organização dos alunos, que pode ser individual, em dupla ou grupos. Para orientar a observação pode-se criar fichas e/ou esquemas (FLICK, 2004) sobre os pontos a serem observados com relação aos seguintes aspectos: colaboração dos alunos, limitações e potencialidades do S4A e Arduino, montagem experimental, interesse e participação dos alunos, potencialidade da questão apresentada, entre outros aspectos.

¹ Modelo de relatório e sugestão de autoavaliação disponível em: <<https://bityli.com/i7KDt>>

Sabendo que 10mV na saída representa 1° C, que o valor do pino A0 varia de 0 a 1023, e que a tensão máxima a ser ligada é de 5V, tem-se:

$$\text{Tensão A0} = (\text{valor lido em A0}) * (5/1023)$$

$$\text{Temperatura} = \text{Tensão A0} / 10\text{mV}$$

ou seja:

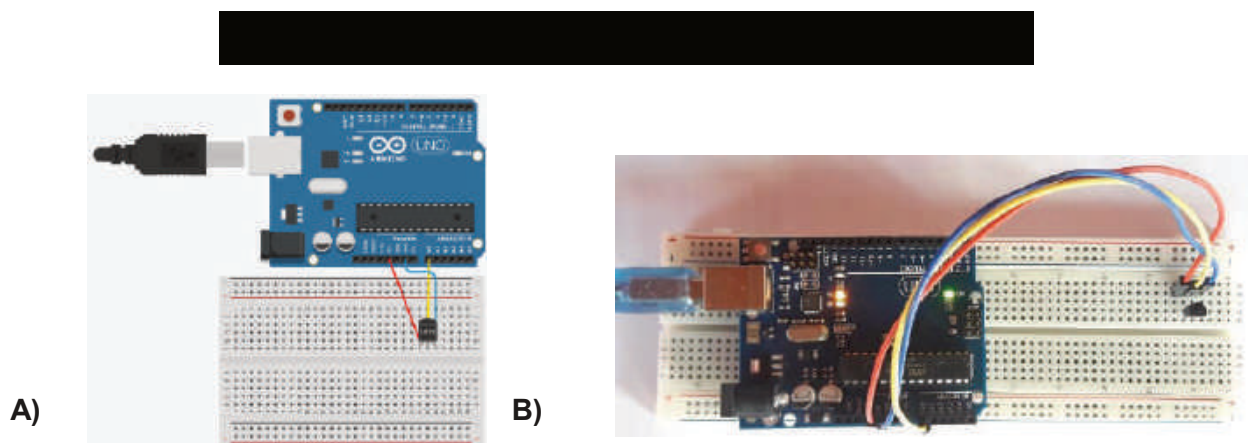
$$\text{Temperatura} = [(\text{valor lido em A0}) * 500] / 1023$$

CONEXÃO: Com a parte lisa/reta para frente, o pino da esquerda é conectado ao 5V, o do meio ao A0 (saída analógica) e o pino da direita é conectado ao GND.

Atividade

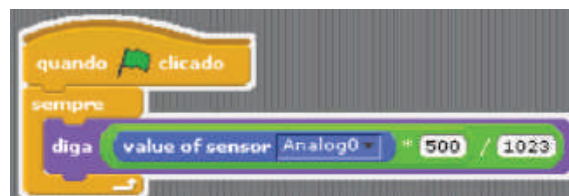
Montagem

Para resolver a questão problematizadora proposta apresentamos as orientações para montagem e programação do software S4A. Com o Arduino desconectado do computador, monte o circuito apresentado na figura 3, abaixo:



Programação

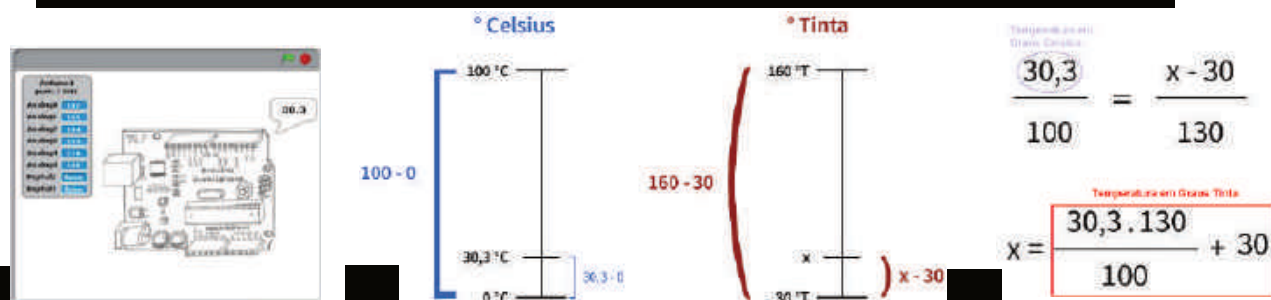
Abra o software S4A e faça a seguinte programação:



O interessante é explicar o funcionamento do S4A e do sensor de temperatura para os alunos e deixar que eles tentem chegar a essa programação sozinhos. Feito isso, basta conectar o Arduino ao computador e esperar que a temperatura ambiente, em graus Celsius, apareça na tela do computador.

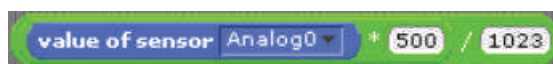
Cálculos

Propor que os alunos usem a temperatura obtida pelo sensor, em graus Celsius, e calculem a temperatura em graus TINTA. Como exemplo, vamos utilizar a temperatura de 30,3 °C registrada pelo sensor na figura 5 A. Sugere-se que os alunos calculem o valor da temperatura em graus TINTA, a partir da relação entre as duas escalas (figura 5 B), obtendo o valor de 69,69° T para essa situação.



A próxima atividade consiste na montagem de um conversor de escalas CELSIUS X TINTA. É importante compreender que a montagem desse conversor tem como objetivo aprofundar a atividade anterior. Nela, os alunos usavam a temperatura dada pelo sensor e calculavam a temperatura em graus Tinta. Agora, utilizando 2 push buttons (MOURÃO, 2018) eles irão montar o circuito e programá-lo de forma que ao apertar um botão, aparece na tela do computador a temperatura na primeira escala, e ao apertar o outro, aparece a temperatura na segunda escala.

A montagem do circuito pode ser auxiliada pelo professor, visto que estamos inserindo mais componentes ao circuito. Quanto à programação, os alunos devem perceber que ao fazer a conta da figura 5C, para resolver o exercício anterior, eles já têm praticamente a fórmula da programação dessa atividade. O crucial é entender o que cada valor da conta significa, e como ele é representado no S4A. Por exemplo: 30,3 é o valor dado pelo sensor da temperatura, em graus Celsius. Na programação, essa temperatura é representada pelos blocos da figura 6, que são praticamente os mesmos já usados na programação do sensor LM35, na figura 4.



O valor que representa a temperatura em graus Tinta já foi calculado usando a expressão matemática da figura 5C. Passando tal expressão para a programação no S4A, temos os blocos da figura 7.



Agora, basta atentar-se ao que foi solicitado pela atividade. Algumas perguntas podem ser feitas para ajudar na montagem de um esquema e por conseguinte na programação:

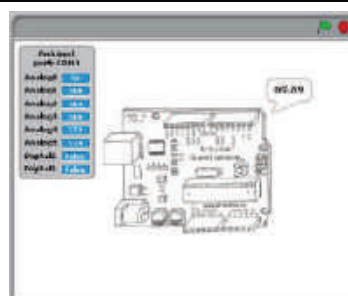
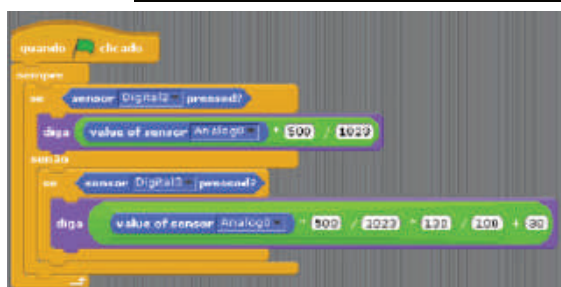
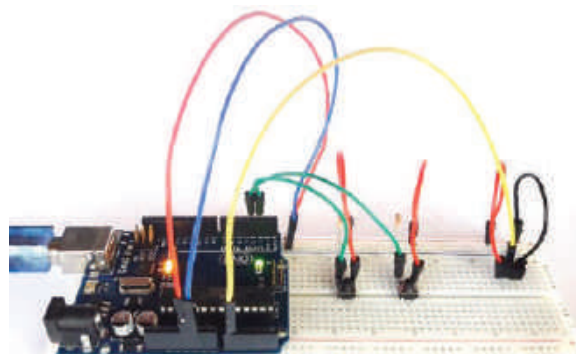
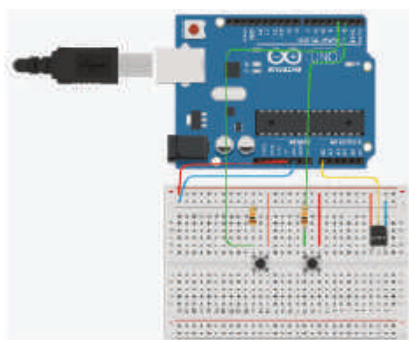
SE BOTÃO 2 pressionado, o que eu quero que aconteça?

Apareça na tela a temperatura em Graus Celsius.

SE BOTÃO 3 pressionado, o que eu quero que aconteça?

Aparece na tela a temperatura em Graus Tinta.

Na figura 8 podemos observar o esquema da montagem e na figura 9 a programação do conversor e o resultado obtido. O professor pode solicitar que os alunos montem diferentes conversores de escalas como: conversão CELSIUS X FAHRENHEIT, CELSIUS X KELVIN, CELSIUS X TINTA, e assim por diante, visto que a lógica para sua implementação será a mesma.



Considerações Finais

O Arduino e o S4A permitiram desenvolver uma atividade para trabalhar conceitos relacionados à termometria, por meio de um sensor de temperatura. Espera-se que com essa atividade os alunos tenham contato com softwares e ferramentas que auxiliam em cálculos e construções de protótipos, e que abra caminho para projetos futuros, pesquisa e desperte maior interesse dos estudantes pela ciência.

O Arduino e o sensor de temperatura apresentam baixo custo, o que potencializa o uso destes recursos nas escolas públicas. O S4A se mostra muito importante como um passo inicial na inserção ao mundo do Arduino e suas aplicações, devido a sua facilidade de programação. Entretanto, ele apresenta algumas limitações, como o fato de seu não funcionamento offline e da obrigatoriedade de conectar os componentes a pinos específicos.

O sensor LM35 trouxe bons resultados ao analisar a facilidade de seu uso e a precisão em suas medidas, mas apresentou algumas oscilações na temperatura. Outras possíveis aplicações desse sensor é associá-lo a componentes eletrônicos

para montar equipamentos que acionem motores, acenda LEDs, ou emita sons, caso certa temperatura seja atingida. E através disso é possível montar novos aparatos para trabalhar outros conceitos relacionados à termometria.

Referências

ARAÚJO, M. S.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.3: p.291-313, dez.2002.

ERTMER, P. A. Addressing First- and second-order barriers to change: strategies for technology integration. **Educational Technology Research and Development**, v. 47, n. 4, p. 47-61, 1999.

FLICK, U. **Uma introdução à Pesquisa Qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MOURÃO, O. S. **Uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual Vale do Acaraú e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Sobral, 2018.

MOREIRA, M. M. P. C.; ROMEU, M. C.; ALVES, F. R. V.; SILVA, F. R. O. Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, dez. 2018.

PEREIRA, M. M. **Os benefícios do uso do Scratch no quinto ano do ensino fundamental**. 2016. 43 f. Monografia (Licenciatura em Informática - Núcleo de Educação a Distância) - Universidade Federal de Roraima, São João da Baliza, 2016.

RIOS et al. Uma Análise Comparativa entre Ambientes de Programação em Blocos para a Interação com o Arduino. **III Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais**, p.128-136, jun. 2019.

SENRA, P. C.; BRAGA, M. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.31, n.1, p. 7-29, abr. 2014.

CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM ROTEIRO PARA ANÁLISE DE *APPLET* COM FINS EDUCACIONAIS

CONSTRUCTION AND USE OF A SCRIPT FOR *APPLET* ANALYSIS FOR EDUCATIONAL PURPOSES

Vagner Lucio Paulino¹

¹IFG, Campus Jataí, vagner.web@gmail.com

Resumo

Recentemente as tecnologias tornaram importantes na sociedade como um todo, incluindo o espaço escolar. No entanto, seu uso ainda não ocorre de forma adequada e na frequência necessária. E ainda há uma lacuna na literatura sobre sua utilização para melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem, seus instrumentos e resultados. O objetivo do estudo foi construir um roteiro para análise de *applet* com fins educacionais e aplica-lo na análise de um *applet* que simula um laboratório de eletricidade. O roteiro foi elaborado tendo em vista a análise de aspectos técnicos e pedagógicos que permitiram verificar a funcionalidade, a qualidade gráfica, a associação com o mundo real, o enquadramento com os paradigmas educacionais e a relação entre aluno e software. A proposta mostrou-se interessante, pois permitiu uma análise do aplicativo que pode fornecer para o professor os subsídios necessários para a escolha do aplicativo em uma proposta pedagógica. Não há a ambição de ser um referencial absoluto para a análise de *applet*, mas uma possibilidade de apoio aos professores que utilizam esse tipo de aplicativo.

Palavras-chave: Roteiro, análise, *applet*

Abstract

Technologies have recently become important in society as a whole, including the school space. However, their use does not yet occur adequately and at the necessary frequency. And there is still a gap in the literature about their use to improve the quality of the teaching and learning process, its tools and results. The objective of the study was to build a script for *applet* analysis for educational purposes and apply it to the analysis of an *applet* simulating an electricity laboratory. The script was elaborated aiming at the analysis of technical and pedagogical aspects that allowed checking functionality, graphic quality, association with the real world, framing with educational paradigms and the relationship between student and software. The proposal proved interesting as it allowed for an analysis of the application that could provide the teacher with the necessary subsidies to choose the application in a pedagogical proposal. There is no ambition to be an absolute reference for *applet* analysis, but a possibility to support teachers who use this type of application.

Keywords: Script, analysis, *applet*

Introdução

Nas últimas duas décadas pode-se observar a transformação do computador em um equipamento indispensável para a sociedade. Ele deixou de ser propriedade de uso exclusivo das grandes empresas e conquistou espaço em comércios e residências transformando-se em companhia indissociável de boa parte das pessoas, pois o avanço tecnológico o fez encolher de tamanho possibilitando ser transportado no bolso.

Por ter se tornado onipresente na sociedade contemporânea, o computador chegou à escola e de acordo com Gadcheff, Zuffi e Silva (2001, p. 100) “têm-se apresentado de forma cada vez mais frequente em todos os níveis da educação”. No entanto, esta realidade não produz necessariamente reflexos positivos na qualidade do ensino, pois por fatores que fogem ao objetivo deste trabalho, normalmente o uso da tecnologia não é feito de forma adequada e com isso as possíveis potencialidades do uso do computador na educação ficam subutilizadas produzindo “uma inovação conservadora, pois ferramentas caras são utilizadas para realizar tarefas que poderiam ser feitas de modo satisfatório, por equipamentos mais simples” (CYSNEIROS, 1999, p.16).

Para que se possa superar esse tipo de dificuldade é necessário que se compreenda melhor este fenômeno por meio de pesquisa científica. Neste sentido, no que diz respeito ao ensino de Física, Oliveira e Freira (2014) destaca que o computador está em destaque por ser a TIC mais citada em pesquisa no ensino de Física permitindo uma maior compreensão sobre possibilidades de uso deste recurso com tal finalidade. Fiolhais e Trindade (2003) analisando o uso do computador no ensino de física verificaram que a busca por informações na internet, a realidade virtual, os materiais multimídia, a aquisição de dados, a modelagem e simulação são os principais modos de utilização do computador no ensino da disciplina. Dentre essas formas Araújo, Veit e Moreira (2015) verificou em trabalho de revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física que conforme afirma Fiolhais e Trindade (2003) modelagem e simulação é a modalidade mais popular de uso do computador no ensino de física, pois corresponde a 50% da referida literatura produzida entre os anos de 1990 e 2004.

A preferência pelos *softwares* simuladores pode ser justificada pela classificação dada por Vieira (1999) a esse tipo de programa de computador. Segundo essa autora a simulação computacional possibilita a criação de ambientes dinâmicos e simplificados do mundo real. Ainda de acordo com a autora as simulações permitem a exploração de situações fictícias, de situações com risco, como manipulação de substância química ou objetos perigosos; de experimentos que são muito complicados, caros ou que levam muito tempo para se processarem.

Neste contexto, Medeiros e Medeiros (2002) salienta que embora as simulações tragam contribuições importantes para o ensino de física é necessário que elas sejam selecionadas com critérios, pois podem apresentar limitações que não devem ser ignoradas pelo professor. Animações com equívocos conceituais na modelagem ou com simplificação exagerada de fenômenos complexos contribuem para uma aprendizagem equivocada do fenômeno estudado. Assim, sempre que o professor for utilizar esse tipo de recurso é preciso verificar quais são as inconsistências do modelo para que sejam realizados apontamentos dos limites da

simulação com os alunos evitando que, a partir do simulador, eles cheguem a conclusões equivocadas a respeito do fenômeno analisado.

Há também que se considerar que a “escolha de software educativo está intimamente relacionada com a proposta pedagógica que se pretende desenvolver (VIEIRA, 1999, p. 10), diante disso Araújo, Veit e Moreira (2004) apontada a necessidade da utilização de uma concepção teórica de aprendizagem para fundamentar o uso de tecnologias educacionais no ensino de Física para que se consigam bons resultados pedagógicos.

Considerando que para Vieira (1999) a avaliação criteriosa de um *software* com fins educacionais permite analisar como o software pode contribuir com o aprendizado do aluno, o presente trabalho tem como objetivo elaborar um roteiro para avaliação de *applets*¹ estruturando critérios que auxiliem professores na escolha deste tipo de software para uso no ensino de Física. E por fim, utilizar o roteiro elaborado para avaliar um *applet* que realiza simulação de um circuito elétrico didático para verificar a aplicabilidade do roteiro elaborado.

Desenvolvimento do roteiro

Fundamentado nos critérios de avaliação de *software* educacional de Valente (1993), Vieira (1999), Campos (2001), Moraes e Loureiro (2001, apud SILVA, 2013), inicialmente foi elaborado o roteiro para análise de *applet* com fins educacionais. Posteriormente o roteiro recém-concebido foi utilizado na análise de um *applet* desenvolvido pelo projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder.

O roteiro (quadro 1) elaborado para análise do software foi desenvolvido considerando duas dimensões de análise: Aspectos técnicos e aspectos pedagógicos. Isso porque o surgimento de dificuldades técnicas durante a realização da aula, em razão do desconhecimento das características técnicas do *applet*, prejudica o resultado da proposta pedagógica. Quanto aos aspectos pedagógicos, são eles que possibilitarão ao professor verificar se o *applet* atende os objetivos pedagógicos de sua proposta.

Para definir quais seriam os aspectos técnicos a serem analisados considerou-se a norma NBR– Tecnologia da Informação: Avaliação de Produto de Software – Características de Qualidade e Diretrizes para seu Uso (ISSO 9126) com o intuito de orientar o professor sobre a funcionalidade, usabilidade e confiabilidade do *applet*. No que diz respeito a funcionalidade o roteiro permite a análise da plataforma do aplicativo assim como a compatibilidade do sistema operacional, assim o professor toma consciência dos *softwares* necessários para o aplicativo funcionar perfeitamente nos computadores disponíveis.

Ainda sobre o aspecto funcionalidade, a existência de orientações sobre o uso do *software* foi um critério considerado importante na análise do software, pois pode oferecer alternativas que ampliam a possibilidade de uso do *applet*, para o professor durante o planejamento da proposta pedagógica e para os alunos que vão manipular o *applet* durante a execução da proposta pedagógica.

¹ applets são programas leves e rápidos, que necessitam de pouco tempo para serem carregados no computador e podem ser executados a partir de páginas web.

Quadro 1 – Roteiro para análise de *applet*.

ASPECTOS TÉCNICOS				ASPECTOS PEDAGÓGICOS			
Caracterização	Plataforma	Html5		Conteúdo abordado	Conceitos abordados		
		Flash			2	6	
		Java			3	7	
		Outra			4	8	
Informacional	Compatibilidade	Windows		Base Pedagógica	Concepção teórica de aprendizagem que o software se encaixa (Fiolhais, Trindade, 2003)		
		Mac			Comportamentalista		
		Linux			Construcionista		
		Disponibilização			Relação entre aluno e aplicativo sob o ponto de vista do uso da tecnologia (Peixoto, 2009)		
Informacional	Tipo e qualidade da informação apresentada	Não disponibiliza		Aplicabilidade pedagógica	Abordagem do conteúdo		
		Disponível em arquivo anexo			Aborda superficialmente		
		Disponível no próprio programa			Aborda satisfatoriamente		
		Técnica			Instrução e avaliação		
Usabilidade	Qualidade gráfica	Técnica		Autonomia do usuário	Modo de aplicação do software (Valente, 1999)		
		Básica			Instrução e avaliação		
		Avançada			Modelagem e simulação		
		Tutorial			Hipermedia		
Usabilidade	Interface de uso	Pedagógica		Possibilidades de avaliação das aprendizagens (Melhem, 2002)	Metodologia de uso		
		Básica			Aprendizagem de conceitos		
		Avançada			Revisão de conceitos		
		Nenhuma, conhecimento de informática.			Aplicação de conceitos		
Usabilidade	Compatibilidade	Conhecimento básico de informática.		Nível de aprendizagem do aluno (Vieira, 1999)	Nenhuma		
		Conhecimento avançado de informática.			Possível alterar alguns parâmetros		
		Inexistente.			Tem liberdade para criar		
		Intuitiva.			Não permite realizar avaliação de aprendizagem		
Usabilidade	Compatibilidade	Confusa.		Nível de aprendizagem do aluno (Vieira, 1999)	Permite realizar avaliação tradicional da aprendizagem		
		Apresenta baixa resolução e imagens simples.			Permite realizar avaliação inovadora da aprendizagem		
		Apresenta baixa resolução e imagens bem elaboradas.			Sequencial		
		Apresenta boa resolução e imagens simples.			Relacional		
Usabilidade	Compatibilidade	Apresenta boa resolução e imagens bem elaboradas.		Nível de aprendizagem do aluno (Vieira, 1999)	Criativa		
		Permite impressão do trabalho.					
		Permite salvar o trabalho.					
		Permite importação/exportação de arquivos.					
Usabilidade	Compatibilidade	Permite importação/exportação de arquivos.					
		Não possui compatibilidade.					
		Apresenta incoerências que influenciam no resultado da simulação					
		As incoerências apresentadas não comprometem o resultado da simulação					
Usabilidade	Compatibilidade	O modelo não apresenta incoerências					

Pensando também na interação do aluno com o *software*, foram incluídos os itens “utilização do *applet*” e “interface de uso” com o objetivo de ajudar o professor a identificar possíveis dificuldades que os alunos possam a vir encontrar enquanto manipulam o *software* e então, planejar ações para resolvê-las.

A presença de quesitos para analisar a qualidade gráfica do software foi outro parâmetro considerado relevante, pois um aplicativo com imagens de baixa qualidade interfere na identificação de características visuais dos fenômenos simulados no *applet* e pode prejudicar o resultado pedagógico da atividade. Assim como incoerências teóricas existentes nas simulações provocam prejuízos no processo de aprendizagem dos alunos, por isso a coerência entre o modelo simulado e situações reais também é outro quesito para análise presente no roteiro.

Quanto aos aspectos pedagógicos, eles foram definidos fundamentando-se em Fiolhais, Trindade (2003) para definir a concepção teórica de aprendizagem que o software se encaixa, Peixoto (2009) para definir a relação entre sujeito e objeto sob o ponto de vista do uso da tecnologia, Valente (1999) para definir o modo de aplicação do software, Melhem (2002) para definir as possibilidades de avaliação das aprendizagens e Vieira (1999) que definiu qual o nível de aprendizagem do aluno com a utilização do *applet*.

As concepções pedagógicas são fundamentais para todo processo educativo, pois norteiam a prática dos professores, sendo assim a avaliação de um software deve ser feita considerando essas concepções, pois de acordo com Rosa e Borba (2004):

[...] um dos passos mais importantes na avaliação de um software educativo é a identificação das concepções teóricas que o orientam, já que por propor-se educativo deve considerar como o aluno pensa, como ele aprende, como constrói e como se apropria do conhecimento. (p. 4)

Desta forma, considera-se que ao utilizar esse roteiro para avaliar um *applet*, o professor tenha possibilidade de verificar a adequação do software escolhido com os objetivos almejados com a proposta de ensino.

Aplicação do Roteiro

O *applet* escolhido para a aplicação do roteiro elaborado foi o applet “Kit de Construção de Circuito DC”². Ele permite que o usuário simule a construção de circuitos elétricos utilizando resistores, lâmpadas, fios, interruptores e geradores de corrente contínua (DC). Permite também medir os valores de tensão e corrente em diferentes pontos do circuito utilizando respectivamente voltímetro e amperímetro. Tais características possibilitam a realização de uma aula de prática experimental na escola mesmo sem a existência de um laboratório físico.

O uso do roteiro para avaliar os aspectos técnicos do aplicativo permitiu verificar que o *applet* “Kit de Construção de Circuito DC” é um software que tem plataforma Java e apresenta compatibilidade com os três sistemas operacionais utilizados em computadores, desta forma bastam que o computador possua o software Sun Java instalado para aplicação funcionar. Há a opção de baixar uma versão mais recente do aplicativo em HTML5 que necessita apenas de um navegador de internet atualizado para que o aplicativo funcione.

Verificou-se que o aplicativo tem imagens simples com boa qualidade gráfica que representam com boa semelhança os elementos reais de um circuito e que esses elementos são manipulados com o uso do mouse. Desse modo, pôde-se concluir que o *applet* possui interface de uso intuitiva e possibilita que usuários sem conhecimento de informática utilize-o, Tais características dispensa a necessidade de tutorial para o uso dos alunos, porém por ser um software destinado à educação, a existência de orientações pedagógicas é um diferencial, pois apresentam propostas de abordagem do conteúdo proposto com o recurso escolhido que podem auxiliar o professor durante o planejamento das ações a serem desenvolvidas com o *applet*.

Utilizando o roteiro, foi possível verificar que a reprodução dos circuitos elétricos pelo *applet* é coerente com o mundo real, a observação a ser feita é que o *applet* utiliza bolas azuis para representar os elétrons e a corrente elétrica e essa visualização não pode ser realizada em situações reais, no entanto considerando-se que essa representação é feita com fins didáticos, ela não inviabiliza o uso do *applet*.

Seguindo o roteiro de análise, constatou-se que com o aplicativo é possível abordar conteúdos de primeira lei de Ohm, associação de resistores e corrente, tensão e potência em associações de resistores em série. Assim, pode-se concluir que o *applet* consegue abranger vários conceitos relacionados aos circuitos elétricos.

² Disponível para download em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc

Considerando o enquadramento dos softwares dentro dos paradigmas educacionais feita por Valente (1993), verificou-se que o *applet* em análise se enquadra como construtivista, pois ele:

Possibilita a expressão e a exploração individualizada [...] e possibilita ao aluno(a) estabelecer relações da seguinte forma: descrição-execução-reflexão-depuração. O aluno é desafiado com um problema e executa-o no computador, visualizando seus pensamentos (descrição). Obtém-se então a resposta do computador (execução). Os acertos e/ou erros cometidos tornam-se objetos de análise (reflexão) e, então, o aluno, por si ou com a ajuda do docente, pode reformular seus pensamentos e tentar de novo (depuração). Isso promove sua aprendizagem, trabalhando os planos concreto e abstrato, testando suas ideias. Nesses programas, o aluno detém o controle sobre o funcionamento”. (VALENTE, 1993)

No entanto é importante destacar que a concepção pedagógica não é intrínseca ao *software*, ela diz respeito à ação do professor, sendo assim para que o *software* se enquadre no paradigma construtivista ele deve ser utilizado segundo os critérios listados por Valente para que se transforme em “[...] um ambiente interativo que proporcione ao aprendiz investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas ideias iniciais, dessa forma o aprendiz estará construindo o seu próprio conhecimento” (VIEIRA, 1999). Desta forma, o *applet* foi enquadrado na concepção construtivista.

A concepção construtivista foi ratificada com a análise da autonomia do usuário sobre o *applet*. Avaliando a autonomia dada pelo aplicativo, verificou-se que o aluno pode construir circuitos elétricos de acordo com sua necessidade e analisar, usando os instrumentos de medida disponível, o que acontece com a corrente e a tensão do circuito nos pontos que desejar. Assim o aluno tem grande autonomia na manipulação do *software* estando limitado a sua curiosidade.

Essa característica de dar ao aluno autonomia fez com que o *software* fosse avaliado como apto para ser aplicado nas três metodologias de uso do roteiro. Apresentação de conceito, pois, por exemplo, é possível mostrar para os alunos o comportamento da corrente elétrica de acordo como valor da resistência do circuito. Revisão de conteúdo ao alterar parâmetros do circuito e verificar acontecendo o que está previsto na teoria. Aplicação de conceitos como no caso em que se constrói uma associação de resistores em série para criar no circuito pontos com diferença de tensão diferente entre si. Tais possibilidades fizeram com que o *software* fosse avaliado como tendo capacidade de abordar satisfatoriamente o conteúdo para o qual foi desenvolvido.

Ainda considerando a questão da autonomia e admitindo-se que a proposta de uso de simuladores no ensino de Física tem como objetivo a melhora na qualidade da aprendizagem dos alunos, é conveniente considerar como critério de avaliação do software qual nível de aprendizagem ele proporciona ao aluno. Observa-se que de acordo com as classificações estabelecidas por Vieira, a autonomia do usuário sobre o software influencia o nível de aprendizagem proporcionado por ele. Softwares que dão autonomia para o usuário criar possibilitam um nível de aprendizagem criativo, pois este nível está “associado à criação de novos esquemas mentais, possibilita a interação entre pessoas e tecnologias compartilhando objetivos comuns. Esse nível de aprendizado leva a um aprendiz participativo” (VIEIRA, 1999). Diante disso, e do que já fora discutido sobre a autonomia que o *software* dá ao aluno, considerou-se que o *applet* possibilita um nível de aprendizagem criativa ao aluno.

Como o aplicativo é um aplicativo de simulação que dá liberdade para o aluno realizar alterações livremente no circuito construído e, em sequência analisar o resultado dessas alterações, avaliou-se que o *applet* permite a realização de avaliação da aprendizagem de uma forma que foge ao tradicional, onde alunos respondem questões formuladas pelo professor e, por exemplo, oferece a possibilidade de avaliar a aprendizagem do aluno por meio do progresso dele na construção e análise dos circuitos.

Partindo-se do princípio de que é importante identificar a relação existente entre sujeito e objeto para que se possa compreender a relação do sujeito com o conhecimento, foi analisada a relação entre aluno e aplicativo sobre o ponto de vista do uso da tecnologia. Essa avaliação mostrou que a relação aluno simulador é instrumental, pois de acordo com Peixoto (2009) essa visão da tecnologia considera os objetos técnicos como ferramentas a serviço da vontade humana. Nessa relação o computador (objeto) está sendo utilizado com finalidade para atender uma necessidade educacional do professor ao simular um experimento real.

Conclusão

Diante do que foi apresentado nesse trabalho, observa-se que a análise criteriosa de um *applet* deve levar em consideração parâmetros que vão além das características técnicas, ela deve contemplar critérios que considerem o paradigma educacional e o papel do sujeito na relação com a tecnologia para que o *software* seja adequado a proposta pedagógica a qual está sendo utilizado.

Nota-se também que a autonomia do usuário sobre o *applet* tem implicações sobre o paradigma pedagógico que norteiam o uso do software, as possibilidades de uso, a avaliação e sobre o nível de aprendizado desta forma, é possível considerar que a autonomia do aluno sobre o software é o fator, dentre os analisados, que mais influencia os resultados do uso de *applet*.

Pode-se observar também que a proposta de analisar um *software* seguindo um roteiro mostrou-se interessante, pois permite analisar características do aplicativo que seriam mais difíceis de serem percebidas sem a realização de uma análise criteriosa.

Por fim, não é pretensão que esse roteiro seja um referencial absoluto para a análise de *applet*, mas uma possibilidade dentre outras, que sirva de material de apoio aos professores que pretendem utilizar esse tipo de aplicativo nas suas aulas.

Referências

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 4, n. 3, p. 5-18, 2004.

ROCHA, R. R.; CAMPOS, G. H. B. **A qualidade em Software Educacional**, 1996.

Disponível em:

<http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/download/2190/1929>. Acesso: 02/0310/20.

SILVA, P. A. S.; CAVALCANTE, P. S.; Avaliação de software educacional. **XIII ENDIPE – 2006**. Recife – PE. Disponível em:

http://endipe.pro.br/anteriores/13/paineis/paineis_autor.htm. Acesso: 03/03/20.

CYSNEIROS, P. G. Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora? **Informática Educativa**. n. 1, v. 1, 1999, p. 11-24 disponível em:

<http://www.pucrs.br/famat/viali/doutorado/ptic/textos/pdf>. Acesso: 02/03/20.

DA SILVA, H. O.; DE FARIAS, M. L. F. O Computador e o Ensino de Física: Simulação e Modelagem Computacional. **Revista Compartilhando Saberes**, n. 1, p. 83- 99, 2014.

<http://www.sec.pb.gov.br/revista/index.php/compartilhandosaberes/article/view/10>.

Acesso: 25/02/16.

GOMES, A. S.; CASTRO FILHO, J. A.; GITIRANA, V.; SPINILLO, A.; ALVES, M.; MELO, M.; XIMENES, J. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática. **Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. Florianópolis, 2002. p. 1-8. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.70.5764&rep=rep1&type=pdf>. Acesso: 25/02/20.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, 2003. Disponível em:

http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf. Acesso: 03/03/20.

MELHEM, A. **Modelos de avaliação escolar utilizados em sala de aula-uma análise nos cursos de administração da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e de uma faculdade particular: insumos para o aperfeiçoamento da gestão educacional**. 2002. 78p. Dissertação (Mestrado Executivo) Fundação Getúlio Vargas.

Rio de Janeiro. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/3718>.

Acesso: 03/03/20.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidade e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2.pdf>.

Acesso: 21/10/16.

PEIXOTO, J. A. Concepção de dispositivos pedagógicos que integram as TIC. **Revista Inter Ação**, v. 34, n. 1, p. 89-104, 2009. Disponível em:

<https://www.revistas.ufg.br/interacao/article/view/6556>. Acesso: 03/03/20.

SILVA, D. J. R. Análise de Software Educativo no Ensino de Matemática. In: **XI Encontro Nacional de Educação Matemática**. Curitiba. 2013. Disponível em:

http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/trabalhos_18.html. Acesso: 03/03/20.

VALENTE, J. A. (org). **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**. Campinas, SP: UNICAMP / NIED, 1993.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, São Paulo: Unicamp/NIED, 1999. Disponível em: <http://www.nied.unicamp.br/oea/pub>.

Acesso: 03/03/20.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa**, 1999. Disponível em:

<http://tecnologiaeducativaup.blogspot.com/2010/10/concepcao-realizacao-e-avaliacao-de.html>. Acesso: 26/02/20.

PROPOSTA METODOLÓGICA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO TIC's PARA O ENSINO MÉDIO

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR A TEACHING SEQUENCE USING ICT's FOR HIGH SCHOOL

M. R. Lobo¹, G. A. C. Lopes², R. Martinez³

¹Laboratório de Física Atômica e de Estruturas Moleculares (FAEM), Departamento de Física, Universidade Federal do Amapá, magner_fisica@hotmail.com

²Laboratório de Física (LABFIS), Universidade do Estado do Amapá, g.anderson.feq@gmail.com

³Laboratório de Física Atômica e de Estruturas Moleculares (FAEM), Departamento de Física, Universidade Federal do Amapá, rafael.mr@unifap.br

Resumo

Estudos mostram que a maioria dos alunos do Ensino Médio tem dificuldades em assimilar muitos dos conteúdos da disciplina Física e demonstram uma tendência de afastamento da disciplina por ser uma área que requer cálculos. Portanto, faz-se necessário utilizar metodologias que proporcionem melhorias na qualidade do ensino através de ferramentas que estejam ao alcance dos educadores. Dentro destes mecanismos pode ser contemplado o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), sendo atualmente considerada por diversos docentes uma das formas mais eficazes de ensinar Física de modo significativo e consistente. O presente trabalho tem como objetivo principal analisar o processo de ensino-aprendizagem e a sua importância no desenvolvimento da percepção e função cognitiva dos estudantes de terceiro ano do Ensino Médio fazendo uso de TIC's. O processo investigativo foi desenvolvido numa Escola Estadual de Ensino Médio, na cidade de Macapá-AP, com um universo de 50 alunos. Este estudo abrange a elaboração de uma proposta metodológica de sequência didática sobre um assunto de Física Moderna, previamente escolhido (o efeito fotoelétrico), e a realização de questionários e avaliações de desempenho dos alunos. Foi observado que o aproveitamento no processo ensino-aprendizagem é quase duas vezes maior no caso de inclusão de aulas práticas usando TIC's. Em geral, o estudo mostra que se a teoria e a prática forem trabalhadas juntas, os alunos podem assimilar com mais facilidade os conteúdos, se sentindo, também, mais motivados.

Palavras-chave: Ensino de Física, Tecnologias da Informação e Comunicação, Aprendizagem Significativa, Ensino Médio, Física Moderna.

Abstract

Studies show that most of high school students have difficulties in assimilating several contents of Physics as a discipline, revealing a tendency to move away from this discipline, since it is an area that requires calculations. Therefore, the accomplishment of new methodologies is necessary to improve the teaching quality using tools that are available to educators. Within these

mechanisms, the use of Information and Communication Technologies (ICT's) can be contemplated, being considered by several teachers as one of the most effective ways of teaching Physics as a discipline in a meaningful and consistent way. Thus, the present work has as main objective to analyze the teaching-learning process and its importance in the development of the perception and cognitive function of the third year high school students, using ICT's. The investigative process was developed at a State High School, in the city of Macapá-AP, with a universe of 50 students. The study covered the elaboration of a methodological proposal of didactic sequence on a subject of Modern Physics, previously chosen (the photoelectric effect), the realization of questionnaires and evaluation of the students' performances. It was observed that the improvement in the teaching-learning process is almost twice when practical classes using ICT's are included. In general, the study shows that if theory and practice are applied together, students assimilate the contents easily, and also they feel more motivated.

Keywords: Teaching Physics, Information and Communication Technologies, Meaningful Learning, High School, Modern Physics.

Introdução

O avanço tecnológico relativamente rápido presenciado nos últimos anos, tem sido de extrema importância para o desenvolvimento da sociedade, pois de acordo com Cardoso (2011), este fato provoca profundas mudanças nos modos de vida das pessoas, como por exemplo, agilidade na comunicação, otimização dos processos de produção, modernização de equipamentos, pesquisas científicas dentre outros.

As escolas têm como um de seus objetivos incorporar elementos tecnológicos que possibilitem a aprendizagem por meio de metodologias atualizadas com a sociedade moderna, utilizando, por exemplo, a internet e o computador como principais ferramentas de ensino para buscar um rendimento cognitivo satisfatório dos estudantes. Nesse contexto, uma questão importante que surge é como utilizar essas tecnologias para promover o aprendizado. Segundo Moreira (1999) “a aprendizagem significativa é um processo por meio da qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”. E de acordo com Ausubel (1968) “a aprendizagem significativa ocorre quando os novos conhecimentos que se adquirem relacionam-se com o conhecimento prévio que o aluno possui”.

O Ministério da Educação (MEC) tem mostrado preocupação nesse sentido por meio da elaboração de documentos oficiais, que tem a finalidade de orientar os currículos proporcionando uma melhora no processo educacional. Assim, além de mencionar uma mudança de currículo e da visão sobre o ensino nas escolas, se prevê a implantação de tecnologias como práticas de ensino objetivando a inserção do estudante na sociedade após o término do Ensino Médio (Couto 2009).

Mas o quadro que hoje se observa na educação é de professores com dificuldades em lecionar conteúdos relacionados à Física Moderna e contemporânea, seja por falta de formação específica, por questões de planejamento, por falta de infraestrutura ou de materiais de apoio (da Rosa 2005). O

Conselho Nacional da Educação em seu parecer CNE/CP 9/2001 relata as diversas dificuldades encontradas. É possível observar ainda que o ensino de física nas escolas públicas está baseado quase que exclusivamente no método tradicional, pois muitas são as dificuldades encontradas pelos professores do Ensino Médio, principalmente quando se trata de ensino de Física moderna e contemporânea, em que o estudante é apenas um mero espectador e não um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem (Vieira 2018). Ao tratar-se de atividades de experimentação há certa rejeição do professor de física, pois de fato é um trabalho a mais, tendo em vista que o professor de escola pública tem várias turmas (Pereira 2002, Cassaro 2012).

No Estado do Amapá o cenário não é diferente, grande parte dos professores de física não trabalham satisfatoriamente os conteúdos de Física Moderna e contemporânea alegando que possuem uma carga horária muito elevada, assim esses conteúdos são abordados de forma bastante superficial (Vieira 2018).

Por outro lado, o professor tem a função de desenvolver novas metodologias baseado nas teorias existentes na literatura, pois apenas o método tradicional não é o suficiente para despertar o interesse dos alunos pela disciplina. O professor enquanto educador tem a responsabilidade de incentivar o aluno, a fazer com que este se torne capaz de ser curioso, questionador e investigador; fazendo com que assimile e compare o que foi estudado com o seu cotidiano, e assim criando cidadãos capazes de aprender com seu esforço individual.

O presente trabalho foi desenvolvido em uma turma de Ensino Médio da Escola Estadual Alexandre Vaz Tavares (AVT), no município de Macapá no Estado do Amapá. O objetivo principal é de propor uma metodologia alternativa baseada na teoria da aprendizagem significativa para ajudar a melhorar a qualidade de ensino de Física Moderna e contemporânea das escolas públicas do Estado do Amapá. A escola dispõe de um laboratório de informática contendo 18 computadores em funcionamento e acesso a internet. A partir de um estudo de caso, foi proposta uma sequência didática em quatro aulas. Foi aplicado um pré-teste para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos necessários para compreender o efeito fotoelétrico, que é a base teórica de funcionamento de várias aplicações tecnológicas em nosso cotidiano (Valadares 1998, Maia 2016, Montovani 2018).

A Sequência Didática

Determinados o local e os participantes da pesquisa, e fundamentado no desenvolvimento da ciência e das teorias que a compõem, e propondo a discussão de um conteúdo proposto no currículo do Ensino Médio e também pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, optou-se em escolher como assunto o efeito fotoelétrico, fenômeno explicado pela física moderna e que é base de funcionamento de vários equipamentos presentes no cotidiano.

A seguir definiram-se as etapas da sequência didática começando por um levantamento dos conhecimentos prévios que serviram de subsunçores ou como indicativo da necessidade de definir os organizadores prévios. **O pré-teste consta de 10 questões. As seis primeiras buscam principalmente identificar o grau de**

interesse dos alunos com relação à disciplina Física. As quatro últimas são específicas para mensurar o grau de conhecimento dos alunos sobre a Física Moderna e o Efeito Fotoelétrico, como por exemplo, questões sobre conservação da energia, ondas e comportamento da luz. Embora seja uma realidade existente a dificuldade com a disciplina, há um elevado grau de interesse por parte dos alunos com a Física, o que se reflete na motivação para a realização da sequência didática.

Após esse levantamento se propôs uma sequência didática com todos os elementos necessários para uma aprendizagem significativa e contextualizada. Para melhor entender a sequência didática, a Tabela 1 apresenta todas as etapas e momentos de cada procedimento a ser realizado.

Tabela 1 Etapas e momentos de cada procedimento a ser realizado na Sequencia Didática.

1º Momento		
AULA	CONTEÚDO	MÉTODOLOGIA E FERRAMENTA
Aula 1	Medindo o grau de interesse e os conhecimentos prévios dos alunos	Diálogo, levantamento do conhecimento prévio com a aplicação de questionário (pré-teste)
Aula 2	Organizadores prévios	Aula expositiva e dialogada; uso de texto e vídeos.
2º Momento		
Aula 3	Efeito Fotoelétrico e uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para consolidação dos conhecimentos.	Uso de simulação computacional; uso de roteiro de atividades.
Aula 4	Avaliação / teste final	Questões dissertativas sobre o efeito fotoelétrico e suas aplicações e sobre as ferramentas utilizadas na sequência didática.

Assim, foi apresentado um vídeo que mostra a parte histórica do fenômeno Efeito Fotoelétrico, com Albert Einstein e Max Planck como os principais cientistas responsáveis pela teoria e fundamentação da natureza dual da luz. O vídeo trata, também, das dificuldades que os cientistas encontraram para explicar o fenômeno a partir da física clássica, e elucida, por meio de animações, como ocorre o efeito e o comportamento dual da luz. O vídeo, com nove minutos de duração, encontra-se disponível em um site de acesso livre na internet (www.youtube.com.br).

O segundo momento da Sequencia Didática prevê a utilização de tecnologias de informação e comunicação (TICs) para o estudo e simulação do Efeito Fotoelétrico. Trata-se do software livre “*PhET Interactive Simulations*” da Universidade de Colorado. Nele, em duplas ou em trios, os alunos conseguem fazer simulações do Efeito Fotoelétrico, qualitativas e/ou quantitativas, variando, por exemplo, a frequência e a intensidade da luz verificando-se a ejeção de elétrons de placas metálicas.

O roteiro previsto para o uso do simulador baseia-se principalmente na alteração das variáveis como intensidade e comprimento de onda de luz. O simulador oferece a opção “mostrar fótons”. Desse modo, com informações como aquelas variáveis, os alunos podem determinar a energia de cada fóton emitido com um determinado comprimento de onda. Como opção adicional é possível alterar também o metal que recebe o feixe de fótons.

No presente trabalho é apresentado e detalhado o Primeiro Momento da Sequência Didática proposta, discutindo e analisando os resultados obtidos da aplicação do pré-teste na escola AVT (Macapá). Juntamente com os resultados obtidos na aplicação do pré-teste, apresentam-se também os resultados do teste final de um trabalho análogo realizado por Cardoso (2011), com a finalidade de se ter uma meta a ser atingida. Este objetivo é possível de ser alcançado porque tanto os alunos da escola AVT que participaram da pesquisa quanto alunos da pesquisa de Cardoso (2011), possuem a mesma faixa etária, logo todos eles têm estrutura cognitiva para alcançar resultados próximos ou similares.

Interpretação dos Resultados

Por meio deste trabalho, envolvendo o ensino-aprendizagem de Física Moderna através da observação do desempenho dos alunos em sala de aula (teórico e experimental) e a realização de provas, pode-se verificar que o ensino de Física precisa estar associado a alguma ordem prática planejada para garantir um melhor rendimento de alunos do Ensino Médio.

Utilizou-se o resultado da avaliação final de Cardoso (2011) **para fazer uma projeção de possíveis resultados a serem obtidos no teste final na escola AVT**, apesar de serem públicos diferentes, pois se trata de alunos com culturas diferentes, há uma semelhança nos resultados obtidos no pré-teste em questões envolvendo estrutura da onda e conservação de energia, e estão nas mesmas faixas etárias logo possuem a mesma capacidade cognitiva.

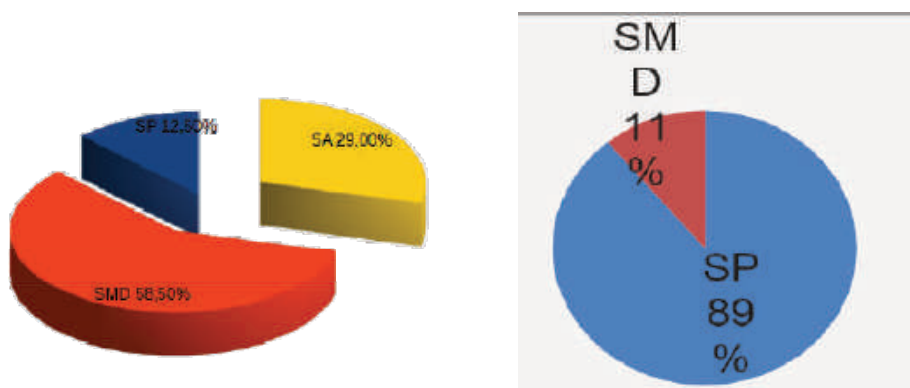
Assim, a seguir, apresenta-se uma síntese comparativa envolvendo os resultados do pré-teste realizado como parte deste trabalho com os resultados do teste final de Cardoso (2011), para ter uma projeção de onde queremos chegar com a aplicação desta sequência didática. Os gráficos das figuras 1 a 3 comparam resultados do pré-teste com os resultados da avaliação final de Cardoso (2011) após a aplicação de uma sequência didática utilizando simulação computacional.

Análise da Questão sobre Conservação de Energia

O gráfico da figura 1 apresenta os resultados do pré-teste do presente trabalho sobre conservação de energia e faz a projeção mencionada.

Observa-se que na questão envolvendo conservação da energia mecânica houve uma significativa melhora nos Subsúncios Presentes (SP) dos alunos. Percebe-se ainda que nos Subsúncios Mal Definidos (SMD) houve uma suave aumento e não houve Subsúncios Ausentes (SA) após aplicação da sequência didática.

Figura 1: Conservação de energia

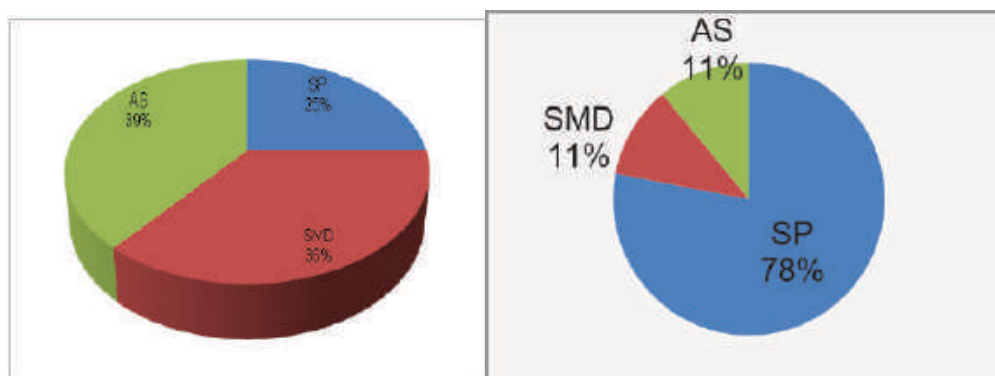


Análise da Questão sobre Conceito da Luz e sua Natureza Corpuscular

O gráfico da figura 2 apresenta os resultados do pré-teste do presente trabalho sobre a natureza da luz e faz a projeção mencionada.

Observa-se que no resultado do pré-teste envolvendo a questão sobre conceitos da luz e a sua natureza corpuscular, comparando com o resultado final de Cardoso 2011, que houve um significativo aumento de alunos com SP, uma queda de mais 25% no número de alunos com SMD e uma queda de quase 28% de aprendizes com SA.

Figura 2: Natureza da luz

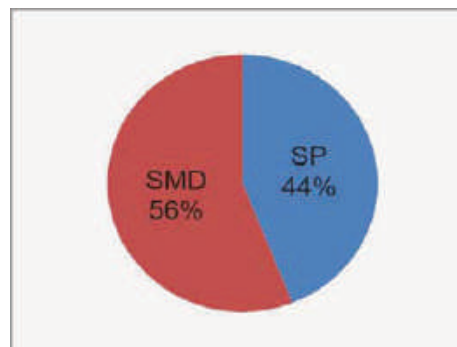
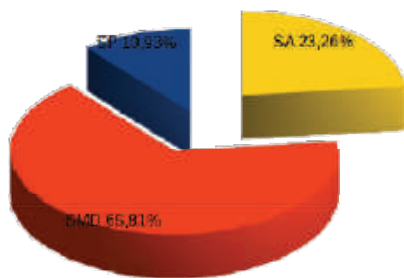


Análise da Questão sobre o Fenômeno Ondulatório

O gráfico da figura 3 apresenta os resultados do pré-teste do presente trabalho sobre fenômenos ondulatórios e faz a projeção.

Na questão envolvendo fenômenos ondulatórios e sua estrutura, percebe uma significativa melhora no SP dos alunos, após a aplicação da sequência didática houve um aumento de 33% de alunos com SP, o número de alunos com SMD caiu 22%.

Figura 3: Fenômenos ondulatórios



Considerações Finais

O presente trabalho abrange o estudo da realidade da Física no Ensino Médio por meio de uma revisão da situação atual dos mecanismos metodológicos no ensino, seguida de uma análise do desempenho dos alunos em sala de aula por meio da aplicação de avaliações, aplicando uma nova proposta metodológica para o ensino. Pode-se verificar que o ensino de Física precisa estar necessariamente associado a alguma ordem didática metodológica para garantir um melhor rendimento de alunos do Ensino Médio.

A proposta metodológica exposta neste trabalho refere-se às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), que têm um potencial de aplicação em diferentes setores da sociedade, principalmente na educação. Nesse sentido, o emprego especialmente de softwares educacionais, tem se mostrado importante no ensino; e nessa perspectiva, o Ministério da Educação (MEC) prevê a implantação de tecnologias como práticas de ensino que tem como objetivo a capacitação do estudante prosseguir nos estudos.

Destarte, a primeira parte da pesquisa teve o objetivo de fazer um estudo exploratório a cerca da situação atual sobre aspectos relacionados à disciplina de Física no contexto escolar por meio da aplicação do pré-teste (as quatro ultimas questões principalmente). Os resultados mostraram que uma alta porcentagem de alunos não possui conhecimentos prévios sobre o assunto específico de Física Moderna tratado. Assim, 80% deles possuem conhecimento ausente ou mal definido sobre as propriedades de ondas, 75% dos alunos foi classificado com subsunções ausentes e mau definidos sobre os conceitos sobre a luz, e sobre conservação da energia mecânica os alunos com conhecimentos ausentes e mau definidos correspondem a 77,5%. Após a pesquisa pode-se observar que, apesar de os alunos acharem a disciplina de Física interessante, existe uma grande dificuldade de aprendizado, principalmente por causa de fórmulas e cálculos. Isso indica a predominância da matematização do ensino de Física no Ensino Médio.

Na segunda parte do trabalho, e como resposta aos resultados encontrados, propõe-se a implementação de uma proposta de sequência didática utilizando as TIC's para melhorar o ensino e aprendizagem. Lançar mão de organizadores prévios, de forma que desenvolvam um conceito subsunçor que permita a aprendizagem significativa, neste caso, do efeito fotoelétrico. Os resultados de Cardoso (2011) mostraram que há uma assimilação satisfatória dos conceitos sobre o efeito fotoelétrico apresentado, uma vez que as respostas estiveram caracterizadas por possuírem SP maiores do que SMD e AS. Os alunos

apresentaram uma compreensão melhor dos conceitos relacionados à estrutura da onda, com 44% dos aprendizes classificados com SP e 56% SMD, a conservação de energia com 89% SP e 11% SMD, quantização da radiação 45% SP e 55% SMD, modelo corpuscular da luz 78% SP, 11% SMD e 11% SA.

Nesse contexto, apresenta-se uma proposta que busca inserir o uso de simulações computacionais no ensino de Física, por entender que estas podem proporcionar uma interação entre o conteúdo e o aprendiz, possibilitando meios para a investigação e compreensão de fenômenos físicos. Ainda, de acordo com esse conjunto de resultados, podemos concluir que os alunos da escola AVT – Macapá (AP), assim como de qualquer outra escola de ensino médio, podem mostrar também assimilação satisfatória dos conceitos sobre física moderna após uma sequência didática, como a utilização de TIC's para melhorar o ensino-aprendizagem.

Referências

- AUSUBEL, D.P. Educational psychology: a cognitive view. Holt, Rinehart and Winston: New York, 1968.
- CARDOSO S.O.; Ensinando o Efeito Fotoelétrico por Meio de Simulações Computacionais: Elaboração de roteiro de aula de acordo com Teoria da Aprendizagem Significativa. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2011.
- CASSARO, R. Atividades experimentais no ensino de física. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Física. Universidade Federal de Rondônia. Paraná, 2012.
- COUTO, F.P. Atividades experimentais em aulas de Física: Repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação da Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.
- da ROSA, C.W.; da ROSA, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. In: Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciencias. vol. 4, n. 01, 2005.
- MAIA G.O.R. Interação da radiação com a matéria e implicações para o ensino da mecânica quântica: o caso do efeito fotoelétrico. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Feira de Santana. 2016.
- MONTOVANI, S.R; Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. Universidade Estadual Paulista. 2018.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. In: Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, 1999.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1999.
- PEREIRA, D.R.O.; AGUIAR, O. Ensino de Física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. Revista Ponto de Vista – vol. 3, 2002.

VALADARES, E.C.; MOREIRA, A.M. Ensinando Física Moderna para o segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. Caderno Catarinense de Ensino de física, v. 15, n. 2, 1998.

VIEIRA A.D. OFICINAS DE FÍSICA: Perspectiva da Aprendizagem Significativa para o Ensino Médio. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Licenciatura de Física. Universidade Federal do Amapá. 2018.

Linha 6

Didática, Currículo e
inovação educacional
no ensino de Física

Apresentações Orais

Pesquisa em desenvolvimento e reformas curriculares; políticas de currículo; conhecimento escolar; história das disciplinas científicas; inovação educacional; análise de material didático de Física; novas temáticas no Ensino de Física.

DENSIDADE SEMÂNTICA DO DISCURSO DE MATEMATIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

SEMANTIC DENSITY OF MATHEMATIZATION DISCOURSE IN PHYSICS TEACHING

Otávio Bocheco¹, Frederico F. de Souza Cruz², Sandro da Silva L. Machado⁴

¹Instituto Federal Catarinense/Campus Rio do Sul, otavio.bocheco@ifc.edu.br

²Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Física/, fredfirmo@gmail.com

³Escola de Educação Básica Leonor de Barros/SC, sanlivra@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa apresenta uma proposta inicial de ferramenta de análise para a qualificação da abordagem Matemática no ensino de Física. De acordo com a literatura, estudos históricos e epistemológicos, referentes ao papel da Matemática na constituição de teorias físicas, apontam para uma nova postura didático-pedagógica quanto ao processo de matematização no ensino de ideias físicas. Tais apontamentos distinguem dois tipos de abordagem: *estruturante* e *técnica*. Em síntese, a primeira revela a Matemática como estrutura de ideias, enquanto a segunda caracteriza a mesma como ferramenta para a simples quantificação de grandezas físicas. Diferente da literatura, que propõe a qualificação da abordagem Matemática no ensino de Física mediante categorias e subcategorias, tipo caixas fechadas, a presente pesquisa propõe uma ferramenta capaz de traçar um perfil semântico para tal qualificação entre *estruturante* e *técnica*. A viabilização disto ocorre através da Teoria dos Códigos de Legitimação (TCL) e sua dimensão Semântica. Apresenta-se uma proposta inicial da ferramenta e um estudo piloto referente a análise do discurso de matematização subjacente a 2ª Lei de Newton ($\vec{F} = m \vec{a}$) em um livro didático de nível superior.

Palavras-chave: Matematização, Física, Estruturante, Semântica

Abstract

This research presents an initial proposal of an analysis tool for the qualification of the Mathematical approach in the teaching of Physics. According to the literature, historical and epistemological studies, referring to the role of Mathematics in the constitution of physical theories, point to a new didactic-pedagogical attitude regarding the mathematization process in the teaching of physical ideas. Such notes distinguish two types of approach: *structural* and *technical*. In summary, the first one reveals Mathematics as a structure of ideas, while the second one characterizes it as a tool for the simple quantification of physical amounts. Unlike the literature, which proposes the qualification of the Mathematical approach in the teaching of Physics through categories and subcategories, as closed boxes, this research proposes a tool capable of drawing a semantic profile for such qualification between structuring and technical. This is feasible through the Theory of Legitimation Codes (TLC) and its Semantic dimension. An initial proposal of the tool and a pilot study regarding the analysis of the

mathematical discourse underlying Newton's 2nd Law ($\vec{F}=m\vec{a}$) are presented in one college textbook.

Keywords: Mathematization, Physics, Structuring, Semantics

INTRODUÇÃO

Pietrocola (2002) propõe uma análise mais profunda a respeito das relações epistêmicas entre a Matemática e a Física, de forma a revelar uma nova postura didático-pedagógicas durante a abordagem da primeira no ensino da segunda. Para isto, o autor inspira-se em Paty (1995), o qual defende que “*a evolução histórica das relações entre matemática e física é epistemologicamente instrutiva*” (PATY, 1995, p.234).

Assim, Paty (1995) sugere que as teorias físicas fazem uso de estruturas matemáticas em dois níveis: *nível fraco* e *nível forte*. No primeiro, a Matemática representaria um simples instrumento externo, nada mais que isso. Algo neutro, despojado de conteúdo físico e sem qualquer carga semântica. Já no *nível forte* a matemática adentra na construção do conceito físico. Exemplos disso seriam as definições de velocidade $\frac{dx}{dt}$ e força $\frac{md^2x}{dt^2}$. Neste último nível, segundo o físico e filósofo, a Matemática é tida como *estruturante* de uma ideia física. Evidência que o autor expõe ao apresentar uma análise do desenvolvimento da Física de Partículas.

Mediante tais reflexões, Pietrocola (2002; 2008) e Karam e Pietrocola (2009) propõem uma *abordagem estruturante (nível forte)* da Matemática no ensino de Física, cujo foco seria um processo de matematização de ideias físicas voltado para o desenvolvimento de *habilidades estruturantes*. Algo contrário à tradicional *abordagem técnica (nível fraco)*, centrada no desenvolvimento de *habilidades técnicas*, via a prática de exercícios tipo *plug-in-play* (famosa aplicação de fórmulas).

No entanto, é possível refinar a ponte que os autores supracitados executam, entre os níveis epistemológicos de Paty (1995) e o discurso ou textualização do processo de matematização no ensino de Física. Para isso, é interessante algumas considerações iniciais.

A primeira seria reconhecer que existem dois tipos de *estruturante*; 1) o *estruturante matemático* – próprio da Matemática, afinal, a fatoração, o teorema de Pitágoras e outros possuem seus *estruturantes*, sem preocupações com o mundo empírico; 2) o *estruturante físico-matemático* – relacionado a Física e a Matemática, um elo de ligação entre a carne fenomenológica e os ossos matemáticos de uma ideia física.

Assim, considera-se que o significado de *estruturante*, na ocasião da abordagem Matemática no ensino de Física, diz respeito as relações físico-matemáticas possibilitadas pelas estruturas apresentadas no processo de matematização. Tais relações é que permitem ao público estudantil instrumentalizar o questionamento e a interpretação fenomenológica, pois constituem significados, condensados em estruturas matemáticas, que permitem a ligação de objetos físicos e enunciados. São estas relações que carregam a essência subjacente ao *nível forte*

de Paty (1995). Já um ensino focado, apenas, em relações de proporção matemática entre grandezas físicas, evidencia um *nível fraco*, onde a matematização é despojada de uma carga semântica ou ideia física.

Porém, mesmo diante de tais considerações, permanece um questionamento: como distinguir os itens analíticos, abordagem *estruturante* e abordagem *técnica*, no discurso ou textualização didático-pedagógica do processo de matematização no ensino de Física?

A princípio, o pesquisador que chegou mais próximo de qualificar isto foi Karam (2012), que em sua tese propõe uma ferramenta teórica para a análise da abordagem Matemática no ensino da Física. Segundo sua proposta isto seria possível através de um conjunto de categorias (Quadro 1, abaixo).

Quadro 1 – Categorias de análise para qualificar a abordagem Matemática no ensino de Física.

Categoria		Descrição
Matematização	M2 Estruturas Matemáticas	Estruturas matemáticas são utilizadas para representar grandezas físicas e suas relações. Aspectos essenciais são identificados e justificativas físicas são oferecidas.
	M1 Modelização	Idealizações, aproximações e seleção de variáveis relevantes são abordadas de maneira explícita.
Interpretação		Estruturas matemáticas são interpretadas fisicamente. Casos particulares e limites são comumente utilizados.
Técnica	T2 Entendimento Conceitual	Explicações conceituais para regras e procedimentos matemáticos são dadas. A justificativa é somente matemática.
	T1 Manipulação e Autoridade	Manipulações técnicas são realizadas e argumentos de autoridade são evocados. Postura displicente.
Visual	V2 Pictórico	Desenhos, diagramas e esquemas são utilizados como fonte de explicação.
	V1 Gestual	Gestos desempenham um papel essencial para a construção de significados.
Analogia	A2 Formal	Semelhanças e diferenças formais são destacadas. Caráter unificador de estruturas matemáticas é esclarecido.
	A1 Material	Diferentes situações cotidianas, analogias e metáforas são utilizadas para a significação de conceitos abstratos.
Dedução		Aspectos do caráter lógico-dedutivo do conhecimento físico são mencionados. Fórmulas são deduzidas a partir de princípios físicos.
Epistemologia		Discussões filosóficas são conduzidas. Diversos aspectos do fazer física são problematizados.
Metacognição		Estudantes são encorajados a refletirem sobre seus próprios pensamentos. Dificuldades para a compreensão de conceitos abstratos são frequentemente explicitadas.

Fonte: Adaptação de KARAM, 2012, p. 117

Tais categorias foram constituídas mediante a análise de aulas de Relatividade e Eletromagnetismo, ministradas no ensino superior. Isto se deu com base em reflexões históricas, epistemológicas e filosóficas a respeito da complexa relação entre a Matemática e a Física. Além de um ciclo de modelagem alternativo para analisar as relações entre Matemática e Física e o grau de matematização no ensino de Física (UHDEN et al, 2011).

Ao que tudo indica, as categorias de Karam (2012) apontam para os princípios organizacionais de um discurso *estruturante* de matematização no ensino de Física. No entanto, ao dispô-los de forma categorial, limita a análise ou qualificação do discurso de matematização via caixas fechadas. Para aperfeiçoar isto, pressupõe-se que o ideal, para qualificar um discurso ou uma textualização, subjacentes ao processo de matematização no ensino de Física, seria através da construção de um perfil semântico. Tal intento se concentraria na estruturação

epistêmica deste discurso ou textualização, de modo a revelar um alcance semântico capaz de manifestar a distinção dentro do espectro *estruturante* e *técnico*. Isto seria possível via a dimensão Semântica da Teoria dos Códigos de Legitimação de Maton (2014a).

TEORIA DOS CÓDIGOS DE LEGITIMAÇÃO

A Teoria dos Códigos de Legitimação (TCL) de Maton (2013; 2014a) permite revelar os princípios organizadores que sustentam, estruturam e legitimam a complexa funcionalidade de um discurso voltado ao ensino. A grosso modo, a TCL consiste num conjunto de ferramentas para o estudo da prática. Em sua formação central, a TCL constitui um kit ferramental de conceitos multidimensionais, onde cinco dimensões (Autonomia, Densidade, Especialização, Semântica e Temporalidade) oferecem conceitos para analisar um conjunto específico de princípios organizadores (ou códigos de legitimação), subjacentes às práticas discursivas.

Como o objeto de estudo aqui consiste em analisar o discurso didático-pedagógico de matematização do conhecimento físico, em salas de aula e materiais didáticos, aborda-se a dimensão Semântica da TCL e o seu conceito de Densidade Semântica (DS).

A TCL e sua Dimensão Semântica

A dimensão Semântica da TCL considera os campos sociais das práticas como estruturas semânticas, cujos princípios organizadores são conceituados como códigos semânticos. Uma das questões de investigação desta dimensão está relacionada no que diz respeito ao grau de condensação do conhecimento em símbolos, através do seu conceito de Densidade Semântica (DS).

De acordo com Maton (2013), a DS pode ser relativamente fortalecida (+DS) ou enfraquecida (-DS), ao longo de um *continuum* de forças. Sendo que no fortalecimento da DS mais significados são condensados dentro das práticas, enquanto o enfraquecimento condiz com o oposto.

O fortalecimento e enfraquecimento da DS permite traçar o perfil semântico de uma prática discursiva, de forma que possibilitaria a qualificação da abordagem Matemática no ensino de Física num espectro entre *estruturante* e *técnica*.

No entanto, para isso, é necessário um dispositivo de tradução (MATON e DORAN, 2017), composto por níveis de DS para a análise do discurso ou textualização do processo de matematização de ideias físicas.

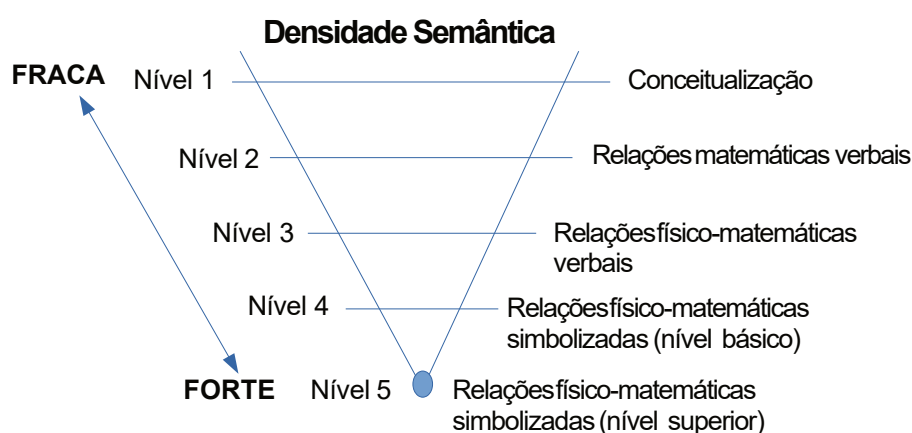
Dispositivo de Tradução para a Abordagem Estruturante ou Técnica

É necessário conceituar os processos de fortalecimento e enfraquecimento da DS ($\uparrow \downarrow$), através de níveis de estrutura epistêmica para a construção de um discurso de matematização no ensino de Física. Isto funcionaria como uma espécie de dispositivo de tradução, que, conforme Maton e Doran (2017) ofereceria um modo de analisar o discurso pelo qual uma prática pode se expressar.

Conforme mencionado anteriormente, de início, considera-se que matematizar no ensino de Física consiste em estabelecer relações físico-matemáticas entre grandezas físicas, de forma verbal ou simbolizada. São estas relações que permitem sintetizar e generalizar, matematicamente, o pensamento ou questionamento físico e fenomenológico. Portanto, num discurso ou textualização didático-pedagógicos, de matematização de ideias físicas, as relações físico-matemáticas seriam os significados a serem condensados em estruturas simbólicas.

Assim, de início, foram elencados 5 níveis de estrutura epistêmica, referentes à construção de um discurso didático-pedagógico de matematização no ensino de Física. Tais níveis são apresentados na Figura 1, abaixo.

Figura 1 – Níveis de Densidade Semântica para a matematização no ensino de Física



Fonte: Elaboração própria

Referente ao *nível 1*, considera-se indispensável uma conceitualização prévia, de pelo menos uma parte, das grandezas físicas a serem matematizadas.

Já os *níveis 2 e 3*, considera-se que uma afirmação, mesmo que verbalizada (linguagem natural), de uma proporcionalidade entre duas grandezas físicas pode estabelecer uma estrutura relacional com significado apenas matemático ou físico-matemático. Uma intencionalidade didática focada apenas na condensação de significados relacionais de proporção, direta ou indireta, por exemplo, implica em relações de proporções matemáticas entre grandezas físicas. Já uma intencionalidade focada na condensação de significados estruturais que interligam objetos físicos, implica em relações físico-matemáticas.

Por último, os *níveis 4 e 5* diferenciam estruturas matemáticas em nível básico e com a presença de ferramentas do cálculo diferencial e integral, respectivamente. As justificativas são por conta de uma diferença na DS entre estruturas físico-matemáticas como $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ e $v = \frac{dx}{dt}$. A primeira representa uma razão simples entre distância e tempo, para uma velocidade média ou constante. Já a segunda conta com um grau de significados relacionais condensados mais abrangentes, como a velocidade instantânea, com dt tendendo a zero, por exemplo. Ou seja, há mais estruturantes físico-matemáticos ou instrumentos para interpretar ou questionar os fenômenos.

Como estudo piloto para esta ferramenta teórica, em fase de construção¹, demonstra-se uma análise da textualização empregada no processo de matematização das ideias físicas ligadas a 2ª Lei de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$), num livro texto não muito comum nos cursos de formação em Física (Bacharelado ou Licenciatura), porém, muito conhecido, o *Lições de Física* do físico Richard Feynman (FEYNMAN, 2008).

Discussões e Resultados (estudo piloto)

Para esta análise foi escolhida a matematização da 2ª Lei de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$), disposta no volume 1 do livro mencionado acima.

Livro: *Lições de Física*

Feynman (2008, p. 106) inicia o processo de matematização alertando de que *momento* e *velocidade* são coisas distintas e para ilustrar isso, cita um exemplo concreto, referente a comparação de um empurrão com os braços em um objeto leve e depois pesado. A seguir, conceitua o leve e o pesado como menos ou mais massivo, diferenciando, para um objeto, o peso de sua inércia; “*o quão difícil é colocar um objeto em movimento, e o quanto ele pesa é outra coisa*”. Na sequência, conceitua a massa “*como uma medida quantitativa da inércia*”. Tal conceitualização de grandezas físicas que serão envolvidas no processo de matematização, caracteriza uma DS em *nível 1*, de acordo com a Figura 1, acima.

A seguir, Feynman (2008, p. 106) generaliza, verbalmente, o *momento* de um objeto como o produto de duas partes: *massa* e *velocidade*. Isto induz um pensamento físico-matemático, pois, mesmo que de forma verbal ou qualitativa, estabelece que o *momento* possui uma estrutura linear, proporcional a *massa* e a *velocidade*, deixando claro que empurrar depende da massa e que, portanto, o *momento* não depende somente da velocidade. Parece trivial, mas aqui há uma condensação de significados físico-matemáticos ao estabelecer tal relação interligando objetos físicos entre a Dinâmica e a Cinemática. O discurso de Feynman não concentra-se apenas na proporção matemática entre *massa* e *velocidade*. Vai além disso, sendo extremamente fenomenológico. Esta condensação de significados relacionais faz com que a DS se eleve para o *nível 3*.

No próximo passo, Feynman (2008, p. 107) faz uso da simbologia e enuncia a 2ª Lei de Newton em sua forma diferencial, $F = \frac{d}{dt}(mv)$. Ou seja, eleva a DS para o nível 5, condensando mais significados físico-matemáticos relacionais. Só que agora em uma estrutura matemática simbolizada pelo cálculo diferencial. Ou seja, Feynman (2008) chega a estrutura simbólica da 2ª Lei através da *massa*, *inércia* e *momento*, de forma a condensar suas relações físico-matemáticas numa estrutura matemática diferencial.

Após esta matematização simbólica, Feynman (2008, p. 107) alerta que, antes de estudar o que significa cada termo é importante a consideração de alguns pontos. Daí em diante, o físico parte para as idealizações ou modelização; “[...] a *massa de um objeto é constante; isso não é verdade, mas devemos começar com a*

1 Esta pesquisa faz parte da construção de uma tese de doutorado, em andamento, na área de Ensino de Física.

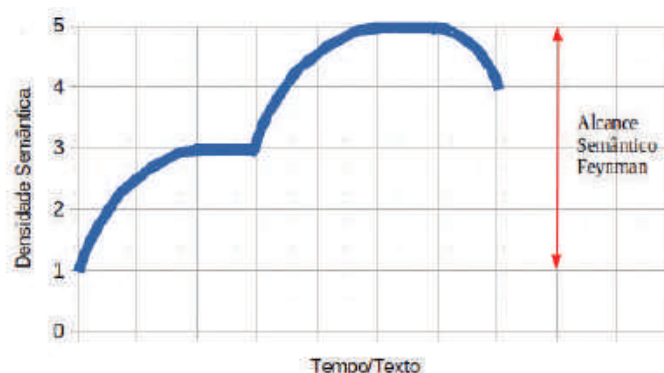
aproximação de Newton que massa é constante, a mesma em todos os tempos, e que, no futuro, quando colocarmos dois objetos juntos, suas massas se somam". Após isto, Feynman deduz ou condensa as relações físico-matemáticas possíveis para sistemas com massa constante e aditiva, chegando à estrutura matemática básica, $\vec{F} = m\vec{a}$. Isto faz com que a DS desça para o nível 4.

É importante enfatizar que a condensação de significados, que delimita o fortalecimento ou enfraquecimento da DS, diz respeito às relações físico-matemáticas (*os estruturantes*). Assim, justificando o nivelamento da DS nos últimos dois parágrafos acima, destaca-se que em $\vec{F} = m\vec{a}$, a estrutura de relações físico-matemáticas envolve sistemas com massa e aceleração constantes, enquanto

$F = \frac{d}{dt}(mv)$ estrutura relações ligadas a sistemas com massa constante ou variável, velocidade constante ou variável. Ou seja, nesta última há mais instrumentos de pensamento físico-matemáticos para a análise, interpretação e questionamento fenomenológico.

A figura 2, abaixo, apresenta como seria o perfil semântico da enunciação simbólica da 2ª Lei de Newton, executada por Feynman (2008).

Figura 2 – Perfil Semântico da enunciação simbólica da 2ª Lei de Newton em Feynman (2008)



Fonte: Elaboração própria

Conforme a Figura 2, conclui-se que a enunciação matemática da 2ª Lei de Newton, executada por Feynman (2008), condensa significados físico-matemáticos de forma gradual, em relação a sua textualização. Para Karam (2012), esta graduação suave caracteriza uma abordagem *estruturante*. Talvez, isto ou o que Maton (2013) denomina de Alcance Semântico possam se tornar parâmetros ou princípios para a qualificação de um espectro entre as abordagens *estruturante* (focada numa matematização via relações físico-matemáticas) e *técnica* (focada na matematização via proporções matemáticas secas e estéreis).

Considerações Finais

A presente pesquisa está em trânsito. Porém, independente da precisão, pretende-se contribuir para a melhor compreensão da dimensão epistêmica do discurso ou textualização do processo de matematização no ensino de Física. A TCL e seu conceito de DS apontam potencial para tal análise, via um perfil semântico.

A proposta de ferramenta analítica, em construção, não pretende apontar perfis semânticos de tal processo como definitivos e universais. Cada perfil é subjacente a um propósito, audiência e contexto. Não seria aqui uma proposta de ser prescritivo, mas sim, reflexivo.

Outros estudos em andamento, por exemplo, apontam que Halliday et al (2016), um livro texto muito utilizado na formação de físicos (bacharel ou licenciatura), possui um perfil e alcance semânticos diferentes. No entanto, para maiores conclusões de cunho valorativo ou comparativo, exige-se estudos mais profundos e precisos.

Referências

FEYNMAN, R. P. Lições de física de Feynman. Edição definitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, J. W.; WALKER, J. Fundamentos de Física, volume 1: Mecânica. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

KARAM, R. A. S. Estruturação matemática do Pensamento Físico no Ensino: uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas. Tese de Doutorado. USP. São Paulo: 2012.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M.. Habilidades Técnicas versus Habilidades Estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.2, p.181-205, jul. 2009.

MATON, K. Knowledge and knowers: towards a realist sociology of education. London and New York: Routledge, 2014a.

_____, K. Making semantic waves: a key to cumulative knowledge-building. Linguistics and Education. v. 24 – 8-22, 2013.

_____, K. e DORAN, Y. J. Semantic density: a translation device for revealing complexity of knowledge practices in discourse, part 1—wording. ONOMÁZEIN. Número especial LSF y TCL sobre educación y conocimiento. 46-76: 2017.

PATY, M. A Matéria Roubada: a apropriação crítica do objeto da física contemporânea. São Paulo: Edusp, 1995.

PIETROCOLA, M. Mathematics as Structural Language of Physical Thought. VICENTINI, M. and e SASSI, E. (org.). Connecting Research in Physics Education with Teacher Education volume 2, ICPE – book, 2008.

_____. A matemática como Estruturante do Pensamento Físico. Caderno Brasileiro de Ensino de física. V. 19, N. 1, 2002.

UHDEN*, O.; KARAM*, R.; PIETROCOLA, M.; POSPIECH, G. Modelling mathematical reasoning in physics education. Science & Education. 2011.

*Ambos os autores contribuíram igualmente.

REINTERPRETAÇÃO DAS CONDIÇÕES PRÉVIAS À DECISÃO DE INOVAR À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO

REINTERPRETATION OF PRIOR CONDITIONS TO DECISION TO INNOVATE BY THE LIGHT OF THE ANTHROPOLOGICAL THEORY OF THE DIDACTIC

Felippe Percheron¹, Tobias Espinosa², Ives Araujo³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, felippe.percheron@ufrgs.br

²Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Matemática, Estatísticas e Física, tobiasespinoza@furg.br

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, ives@if.ufrgs.br

Resumo

A pesquisa em Ensino de Física propõe metodologias e estratégias inovadoras como alternativas para enfrentar problemas de ensino e aprendizagem, repensando as práticas em sala de aula. Contudo, tais contribuições dificilmente são disseminadas e há uma carência na literatura da área por referenciais que abordem o fenômeno da difusão de inovações didáticas. A Teoria Antropológica do Didático (TAD) apresenta o potencial necessário para compreender a difusão de conhecimentos entre pessoas e instituições. No entanto, em seu desenvolvimento atual, a TAD não explicita um processo de decisão por inovações e nem os pré-requisitos para que isso aconteça. Nesse sentido, a Teoria de Difusão de Inovações dispõe de um modelo para adoção de inovações de qualquer natureza. Iniciaremos um diálogo entre essas teorias reinterpretando as condições prévias à adoção de inovações – práticas prévias, necessidades e problemas percebidos, inovatividade e normas sociais – no âmbito da TAD. Os construtos propostos contribuem para a pesquisa em ensino na medida em que possibilitam entender como se dão as relações entre sujeitos e inovações, compreendendo as etapas iniciais do processo de adoção de novas ideias, práticas e objetos.

Palavras-chave: Teoria de Difusão de Inovações; Teoria Antropológica do Didático; Adoção de Inovações Didáticas

Abstract

The Physics Education Research proposes innovative methodologies and strategies as alternatives to deal with teaching and learning issues, rethinking the classroom practice. Nevertheless, such contributions are hardly disseminated and there is a lack in the literature of the area by references that address the phenomenon of the diffusion of didactic innovations. The Anthropological Theory of the Didactic (ATD) presents the necessary potential to comprehend the diffusion of knowledges between people and institutions. However, in its current development, ATD does not explain a decision process by innovations neither the prior conditions for that to happen. In this sense, Diffusion of Innovations Theory has a model for adoption of innovations of any nature. We will begin a dialogue between these theories reinterpreting prior conditions to innovations adoption – previous practices, felt needs and problems, innovativeness and social norms – under ATD. The

proposed constructs contribute to the education research as they make it possible to understand how the relations between subjects and innovations take place, understanding the initial steps of the process of adopting new ideas, practices and objects.

Keywords: Diffusion of Innovations Theory; Anthropological Theory of the Didactic; Adoption of Didactic Innovations

Introdução

Embora existam alternativas para ressignificar as atividades em sala de aula, como métodos ativos de ensino¹, poucos professores e instituições as adotam (HENDERSON, 2005). Isso se dá, em parte, devido à incompatibilidade de objetivos, crenças e práticas dos professores frente aos princípios pedagógicos e técnicas que compõem as inovações didáticas (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019; HENDERSON; DANCY, 2007). Somado a isso, a necessidade de adaptar essas inovações para contextos distintos ao de origem acarreta na transformação dessas estratégias. No processo de transposição, algumas técnicas são modificadas devido a barreiras situacionais (e.g. falta de tempo, de material e espaço físico inadequado) e outras são reinterpretadas à luz das crenças individuais e institucionais, transformando a inovação, seja de forma negativa ou positiva (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019). Avaliar tais processos, assim como encontrar mecanismos que facilitem a institucionalização de inovações didáticas no Ensino de Física, são objetivos a serem perseguidos.

Nesse sentido, a Teoria Antropológica do Didático (TAD) (CHEVALLARD, 1996, 1999, 2019) possibilita que pesquisadores compreendam a transposição e transformação de uma inovação didática e como conhecimentos são difundidos na sociedade, mas não detalha o processo de decisão de inovação, nem as condições prévias para que ele ocorra (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019). Por outro lado, a Teoria da Difusão de Inovações (TDI) (ROGERS, 2003) disponibiliza um modelo genérico sobre inovações, sem as especificidades do fenômeno didático, que explicita tais elementos. Por isso, acreditamos que a TDI oferece potencialidades para contribuir em futuros desdobramentos da TAD.

Como objetivo geral de pesquisa, buscamos, a partir de um diálogo entre a TAD e a TDI, elaborar um referencial teórico que auxilie na criação, implementação, avaliação e difusão de inovações no ensino. No escopo do presente trabalho, apresentamos alguns resultados preliminares de uma expansão do alcance da TAD por meio de uma releitura das condições prévias à inovação, presentes no modelo de adoção de inovações da TDI.

A Teoria Antropológica do Didático de Chevallard

A Teoria Antropológica do Didático, desenvolvida principalmente pelo matemático e didata francês Yves Chevallard (1946-), situa o fenômeno do didático no conjunto de atividades humanas, conformadas a instituições que possuem intenções e atividades de estudo (CHEVALLARD, 1999, 2019). Em linhas gerais, a

¹ Métodos de ensino que promovem o engajamento ativo e colaborativo dos estudantes em sala de aula, sendo exemplos *Peer Instruction*, *Just-in-Time Teaching* e *Team-Based Learning* (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2016).

TAD contribui para o entendimento das relações entre pessoas, instituições e conhecimentos, bem como das condições e restrições à institucionalização de uma atividade humana.

Na TAD se estabelece que o exercício das atividades humanas se dá na construção de *relações de pessoas com objetos*, sendo essas relações conformadas a *Instituições* (CHEVALLARD, 1996, 2019). *Objeto* é tudo aquilo com o qual, ao menos, uma pessoa ou instituição pode estabelecer uma relação, passando a existir para os mesmos. Objetos podem ser de qualquer natureza (*e.g.*, conceitos físicos, algo material, histórias, conhecimentos). *Pessoas*, na TAD, assumem o caráter de *Sujeitos* quando conformadas às regras das instituições que fazem parte. Instituições são organizações, aglomerados e agrupamentos socialmente legitimados de sujeitos (CHEVALLARD, 1996), concedendo-lhes organicidade, na medida em que nascem, evoluem, morrem, acrescentando e perdendo objetos e relações.

Para ser um sujeito de uma instituição é preciso que uma pessoa ocupe uma *Posição* nessa instituição, sendo necessário que construa ou ressignifique suas relações com objetos conforme a instituição idealiza (CHEVALLARD, 1996, 2019). Além disso, existem numerosas condições e princípios para ser um sujeito, as quais constituem a economia de uma instituição; as justificativas para esses preceitos e maneiras possíveis para lidar com essa economia formam a dimensão ecológica da instituição (CHEVALLARD, 2019).

Se uma instância – pessoa ou instituição – possui relações com objetos, argumentamos que essa instância conhece esses objetos (CHEVALLARD, 1996), que passam a existir para essa instância; e as relações e os objetos formam o universo cognitivo da instância (CHEVALLARD, 2019). Ao nomear de cognitivo, Chevallard remete ao que conceitua como antropologia cognitiva, embasado no estabelecimento de relações pessoais ou institucionais com objetos.

As relações derivam de um repertório composto por ações e justificativas para essas, denominadas de *Organizações Praxeológicas*, que são modelos cujos elementos constituintes permitem analisar o conteúdo prático e teórico de atividades regularmente realizadas (CHEVALLARD, 1999, 2019). Os elementos são Tipos de Tarefa (ações a serem realizadas), Técnicas (maneiras de realizar os tipos de tarefa), Tecnologias (discursos racionais que justificam, explicam, descrevem e geram técnicas) e Teorias (discursos racionais que justificam, explicam, descrevem e geram tecnologias). Exemplos de praxeologias são as atividades de estudo, justamente por serem atividades humanas com uma estrutura regular (CHEVALLARD, 1999), raciocínio extensível aos métodos de ensino (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019).

Conhecer um objeto, portanto, está intrinsecamente conectado às praxeologias, visto que o estabelecimento de relações com objetos se dá conforme o corpus de conhecimentos e praxeologias que a pessoa elabora na sua vivência entre instituições. O estudo de relações, instâncias e objetos apresenta-se como uma ferramenta para compreensão de qualquer que seja o objeto de investigação, dado o entendimento organizado que as praxeologias proporcionam.

A difusão de inovação de Rogers

A Teoria de Difusão de Inovações (TDI), desenvolvida por Everett Rogers (1931-2004), explica como, por que e em qual proporção se dá a adoção de novas ideias, práticas ou objetos. Para tanto, Rogers propôs um modelo estruturado em pré-requisitos e etapas que caracterizam a tomada de decisão pela adoção ou rejeição de uma inovação.

Inovação é qualquer ideia, prática ou objeto material que seja percebido como novo por um indivíduo ou unidade de adoção² (ROGERS, 2003). A esta inovação estão associadas incertezas, uma vez que se conhece muito sobre sua estrutura, funcionamento e problemas que possibilita resolver. Um caminho para redução dessas incertezas é o uso de informações sobre a inovação (do que se trata, como e por que funciona).

Cada inovação possui diferentes taxas de adoção, diferindo entre sistemas sociais distintos. Rogers destaca que existem cinco características que ajudam a explicar as diferentes taxas de adoção de uma inovação (ROGERS, 2003): vantagem relativa (a inovação é melhor do que já se faz?), compatibilidade (ela conflita com crenças, pessoais ou da instituição, vigentes sobre ensino e aprendizagem?), complexidade (quão difícil é usá-la ou entendê-la no ambiente de ensino?), testabilidade (é possível testá-la e retornar ao que se fazia antes caso não dê certo?) e visibilidade (é possível ver alguém usá-la antes de decidir se a adota ou não?). Essas características influenciam a formação de uma atitude do indivíduo sobre a inovação, culminando na escolha de adotá-la ou não.

O modelo de adoção de inovações de Rogers (2003) contempla as etapas de *conhecimento* (ciência sobre a existência, o funcionamento e os princípios da inovação), *persuasão* (formação de uma atitude favorável ou não sobre a inovação), *decisão* (adoção ou rejeição da inovação), *implementação* (teste total ou parcial da inovação) e *confirmação* (continuidade da decisão de adoção).

Antecedendo esse processo, existem quatro pré-requisitos (ROGERS, 2003): práticas prévias, necessidades e problemas percebidos, inovatividade e normas sociais. *Práticas prévias* são atividades comuns aos membros de um sistema social, diante dos quais uma inovação pode ser interpretada (ROGERS, 2003). Se uma inovação possuir semelhanças com ideias estabelecidas em um sistema, facilita a aproximação com os membros do mesmo. *Necessidades e problemas percebidos* são insatisfações ou frustrações que surgem quando os desejos de um indivíduo, ou grupo social, superam suas ações e expectativas estabelecidas. Frente esses empecilhos, o indivíduo pode buscar inovações que o auxiliem em suprir essas lacunas. A *Inovatividade*³ é a característica que distingue quão precoces são as ações de um indivíduo, em relação aos demais membros do sistema social, para adotar uma nova ideia. Práticas prévias e necessidades percebidas ficam, de certa forma, conformadas às *Normas sociais*, as quais estabelecem padrões de comportamento para os membros de um sistema social. A inovatividade pode ser a iniciativa necessária para mudar uma prática que tenha se tornado ineficiente, mas que pode ficar refém das normas do sistema. A TDI

² Rogers utiliza o termo “*unit of adoption*”, e traduzimos unidade no sentido de grupo social, de uma organização, seja comunitária, empresarial etc.

³ Traduzimos esse termo do original “*innovativeness*”, e acreditamos contemplar o significado do conceito.

descreve o processo de adoção e difusão de inovações de qualquer natureza em sistemas sociais, explorando como as informações são veiculadas, como os indivíduos influenciam essa comunicação e o que se tem previamente à adoção de novas ideias.

Resultados

A título de considerações metodológicas, apontamos que uma articulação mais profunda, como a declarada na introdução como objetivo geral, demandaria uma análise das dimensões ontológicas, epistemológicas e metodológicas de cada teoria. Tal investigação será realizada na continuidade da pesquisa.

Para o presente trabalho, iniciamos a articulação partindo das condições prévias ao processo de tomada de decisão pela inovação, originários da TDI, cujos principais elementos são: práticas prévias, necessidades percebidas, inovatividade e normas sociais. O diálogo foi realizado reinterpretando cada elemento à luz da TAD. Essa atividade se desdobrou da apropriação de ambas teorias, a partir dos trabalhos correspondentes. A Tabela 1 sintetiza os conceitos que formam as condições prévias da TDI e suas conseguintes releituras em termos da TAD. Em seguida, detalhamos cada uma delas.

Tabela 1: comparação entre as condições prévias ao processo de adoção de inovação e a reconstrução destes à luz da Teoria Antropológica do Didático

Conceito	Definição na TDI	Reconceitualização na TAD
Práticas prévias	Padrões familiares aos membros de um sistema social, diante dos quais uma inovação pode ser interpretada	Praxeologias institucionalizadas que compõem o universo cognitivo de uma instituição
Necessidades e problemas percebidos	Insatisfações ou frustrações que surgem quando os desejos de um indivíduo superam suas ações e expectativas estabelecidas	Necessidades e problemas oriundos da percepção de deficiências nas relações que sujeitos e instituições têm com objetos. Como essas relações são distintas para as diferentes posições e instituições, problemas e necessidades também o serão
Inovatividade	Capacidade de um indivíduo (ou grupo social) em adotar novas ideias previamente aos demais membros do mesmo sistema social	Capacidade que um sujeito ou instituição possui em reconstruir as praxeologias estabelecidas para suas atividades; sujeitos mobilizam as praxeologias próprias à sua posição e as instituições podem ser flexíveis em definir novas relações
Normas sociais	Padrões de comportamento estabelecidos para os membros de um sistema social	Condições econômicas (regras e princípios a atividades, regulados pelas praxeologias estabelecidas) e ecológicas (justificativas a esses preceitos, compreendendo restrições impostas por relações hierárquicas) de uma instituição

Fonte: elaborado pelos autores

As *práticas prévias* de sujeitos e instituições influenciam as decisões tomadas, sendo que essas instâncias podem importar valores e práticas de outros contextos. Além disso, as práticas da própria instituição configuram praxeologias bem estabelecidas, que possibilitam e restringem as ações inovativas de seus sujeitos, tornando a decisão de inovação dependente de decisões individuais e institucionais. Essas atividades possuem conjuntos de ações e motivos para realização das mesmas, o que constitui as praxeologias institucionalizadas nas

instituições. Desta forma, os padrões para determinadas atividades conhecidos pelos membros (sujeitos) de uma instituição compõem o conjunto de formas de lidar com problemas. A avaliação da benfeitoria vindoura de uma inovação se dará frente ao que o sujeito ou a instituição já exercita (ou exercitou), e será baseada no conjunto das praxeologias que formam seu universo cognitivo. Por exemplo, o ensino de uma extensa lista de conteúdos de física no ensino básico pode ser considerado uma prática prévia que atende a diversas demandas. Diante disso, um professor que decida inovar e queira incorporar um método ativo de ensino com atividades experimentais pode modificar ou mesmo desistir de inovar, uma vez que atividades experimentais demandam tempo para execução, e isso pode entrar em conflito com a expectativa de cobrir certa quantidade de conteúdos no mesmo período. Essa prática prévia pode influenciar na escolha de uma estratégia em detrimento de outra, como por exemplo, o uso de simulações computacionais em vez de atividades experimentais práticas.

Necessidades e problemas percebidos são oriundos de falhas e incompletudes no universo cognitivo do sujeito ou da instituição. Dada a diversidade de sujeitos e posições em uma instituição, uma relação construída com um objeto é diferente para diferentes sujeitos que ocupem a mesma posição, assim como é diferente para distintas posições (CHEVALLARD, 1996, 2019). Cada posição ocupada por uma pessoa demandará o exercício dessa para determinadas funções, assim como os problemas que surgem a cada posição distinta. Colocado isso, podemos inferir que a percepção acerca de necessidades e problemas também se dá relativamente às posições: o que se apresenta como uma carência ou impedimento para um sujeito em uma certa posição, pode não sê-lo para uma outra posição distinta, bem como para a instituição. Do exemplo anterior, para o sujeito em posição de professor pode urgir a necessidade de que os alunos tenham uma aprendizagem conceitual de física mais significativa, que pode, na visão desse sujeito, ser suprida, em parte, com atividades experimentais. A direção da escola, por sua vez, pode perceber as baixas notas de alunos egressos nas avaliações externas (e.g. ENEM e vestibulares) como um problema, apontando como inovação a aplicação de simulados ao longo do ano. Para um sujeito na posição de diretor, a solução apontada pelo professor pode não apresentar vantagem relativa, pois demandaria busca por investimentos para materiais, reorganização estrutural e uma redução no número de conteúdos abordados em aula, no lugar de treinar os alunos a resolverem problemas.

Rogers (2003) destaca que os indivíduos ou unidades de adoção tendem, consciente ou inconscientemente, a se exporem a ideias que estejam de acordo com seus interesses, necessidades e atitudes preexistentes. Isto caracteriza o que Rogers denomina exposição seletiva, tendência na qual um indivíduo dá atenção a informações que sejam consistentes com suas crenças e atitudes, evitando mensagens que conflitem com suas predisposições. O professor do exemplo pode buscar informações que deem conta dos benefícios para tentar convencer posições superiores a colaborarem com as mudanças necessárias, viabilizando a implementação de uma inovação. O diretor, no entanto, pode apresentar razões que inviabilizem a alteração, seja por questões políticas, educacionais, estruturais, necessidades e anseios dos alunos etc.

A *inovatividade* é uma característica que aponta o grau de flexibilidade dos sujeitos e instituições em estabelecer relações com novos objetos. Como aspecto individual, a inovatividade depende das outras instituições que o sujeito faz parte,

não apenas da posição que ocupa na instituição em questão. Ainda assim, o sujeito se encontra condicionado à economia e ecologia que pertencem à posição que ocupa em uma instituição, e está, de certa forma, subordinado às praxeologias relativas a essa instância. Ou seja, não basta que os sujeitos sejam inovadores (flexíveis e ávidos por novas relações com objetos distintos) se as instituições também não forem. Do exemplo, para uma instituição estabelecer relações com um método ativo com atividades experimentais deve apresentar predisposição a uma flexibilização (inovatividade) do currículo, entendendo que reconstruir algumas praxeologias incrementaria o aprendizado de seus alunos.

As *normas sociais* podem favorecer ou dificultar a entrada de uma inovação em uma instituição, estabelecendo padrões de comportamento para os membros de um sistema social – aqui, a instituição é um sistema social. Regras e princípios, que formam a dimensão econômica da instituição, estabelecem a organização e funcionamento dessa instituição, descrevendo as posições e conseqüentes ações necessárias para tal. As justificativas para isso formam sua dimensão ecológica, abarcando assistência e restrições impostas por relações de hierarquia, além das condições necessárias para que se fizesse de outra forma. Esses padrões irão moldar as atividades dos sujeitos dessa instituição, marcando as praxeologias construídas por eles, sob a tutela dessa instituição. Do exemplo, as mudanças cabíveis, as justificativas e as expectativas da sociedade, dos pais e dos alunos compõem a ecologia e economia institucional. Apesar das vantagens em um ensino de física com foco em atividades experimentais (inovador no contexto de exemplo), as normas sociais – e os atores que as legitimam – podem restringir a inovação, uma vez que privilegiam a preparação dos estudantes para responder questões de vestibular mesmo que essa não favoreça uma adequada compreensão dos conteúdos de Física abordados.

Compreender as condições prévias à entrada de uma inovação em uma instituição aumenta suas chances de adoção, posto que será possível utilizar informações mais condizentes com a realidade da instituição em questão. Relacionado à inovação, o impacto que ela produz dentro de uma instituição se dá de formas distintas em relação às posições, conformado, em certa medida, pelas normas que regem essa instituição. O sujeito adotante de uma inovação estabelece com ela uma relação completamente diferente dos demais: as informações são diferentes, o exercício dessa inovação é diferente e a avaliação da capacidade da inovação também é distinta.

Considerações finais

Os resultados apresentados se integram à proposta de futuros desdobramentos da Teoria Antropológica do Didático, na qual visamos aprofundar a descrição da adoção de conhecimentos por pessoas e instituições. Acreditamos que os conhecimentos apresentados contribuem para a pesquisa em Ensino de Física na medida em que buscam esclarecer, sob uma ótica institucional, como se dão as relações dos sujeitos (e instituições) que buscam inovar com a inovação. Em particular, a reconceitualização das condições prévias à inovação didática, descrita brevemente neste trabalho, pode contribuir para o pesquisador interessado no tema na medida que as práticas prévias, por exemplo, são melhores entendidas como praxeologias, já que sua estrutura, com ações e justificativas, fica mais clara.

As necessidades percebidas, analisadas de forma relativa às posições institucionais, possibilitam um entendimento mais detalhado acerca da tomada de decisão institucional em inovar, visto que não se trata de uma decisão exclusivamente individual e que relações de poder subjazem esse processo. De forma análoga, a inovatividade entendida como o grau de flexibilidade do sujeito e da instituição em estabelecer novas relações viabiliza uma noção mais profunda da complexidade do processo de decisão, uma vez que instituições que primam por tradições (paixões institucionais) podem limitar indivíduos considerados inovadores em outros contextos. Por fim, as normas sociais descritas em termos econômicos e ecológicos facilitam ao pesquisador discernir entre as relações estabelecidas na instituição (dimensão econômica) e as condições e restrições que propiciam ou inibem que relações com um novo objeto (dimensão ecológica), provenientes de outra instituição, se estabeleçam. Assim poder-se-ia planejar ações estratégicas, de adequação da inovação ou formação para posições institucionais específicas, visando a disseminação de uma inovação didática.

No horizonte, entendemos que esses resultados contribuirão para uma melhor compreensão, e conseqüente construção, de um modelo para adoção de inovações didáticas. Em trabalhos futuros, exploraremos como o processo de tomada de decisão pela inovação contribui para uma descrição da adoção de conhecimentos em instituições de ensino, a partir de uma reinterpretação do mesmo sob a forma de relações, instâncias e objetos.

Referências

- CHEVALLARD, Y. Conceitos fundamentais da didática: as perspectivas trazidas por uma abordagem antropológica. In: BRUN, Jean (Ed.). **Didáctica das Matemáticas**. 1. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 115–152.
- CHEVALLARD, Y. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico 1. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221–266, 1999.
- CHEVALLARD, Y. Introducing the Anthropological Theory of the Didactic: an attempt at a principled approach. **Hiroshima Journal of Mathematics Education**, v. 12, p. 71–114, 2019.
- ESPINOSA, T.; ARAUJO, I.; VEIT, E. Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de Física. **Física na Escola**, v. 14, n. 2, p. 4–13, 2016.
- ESPINOSA, T.; ARAUJO, I.; VEIT, E.. Análisis Praxeológico de los Métodos de Enseñanza: un Puente entre la Investigación y la Práctica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 373–397, 2019.
- HENDERSON, C. The challenges of instructional change under the best of circumstances: a case study of one college physics instructor. **American Journal of Physics**, v. 73, n. 8, p. 778–786, 2005.
- HENDERSON, C.; DANCY, M. Barriers to the use of research-based instructional strategies: The influence of both individual and distuational characteristics. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 3, n. 2, p. 1–14, 2007.
- ROGERS, E. **Diffusion of Innovations**. 5. ed. Nova Iorque: Free Press, 2003.

ADOÇÃO DO MÉTODO *PEER INSTRUCTION* EM TRABALHOS COM TEMAS DE FÍSICA DOS MESTRADOS PROFISSIONAIS EM ENSINO

ADOPTION OF THE PEER INSTRUCTION METHOD ON WORKS WITH PHYSICS THEMES OF PROFESSIONAL MASTER'S DEGREE IN TEACHING

Ana Amélia Petter¹, Tobias Espinosa², Ives Solano Araujo³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, anaameliapetter@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Matemática, Estatísticas e Física, tobiasespinosa@furg.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, ives@if.ufrgs.br

Resumo

Desde o surgimento dos primeiros Mestrados Profissionais em Ensino (MPE) no Brasil é explícita a orientação de que os mestrandos desenvolvam produtos educacionais inovadores e dissemináveis a outros contextos educativos como requisito parcial para obtenção do título de mestre. Nos MPE com temas de Física, o método ativo de ensino *Peer Instruction* (PI) tem sido um dos mais adotados para o desenvolvimento e aplicação de tais produtos. Assim, o propósito deste trabalho é entender como o PI tem sido implementado por professores de Física no contexto dos MPE. Para isso, realizamos um estudo bibliográfico preliminar em 34 dissertações, publicadas entre 2004 e 2018, destacando as modificações realizadas pelos autores para implementar o método em seu contexto. Constatamos que 32 dos 34 professores realizaram algum tipo de modificação na proposta original do PI, sendo que nove autores modificaram entre 50% e 70% do método. Dentre as características do método a mais modificada foi a aplicação de questões conceituais intercaladas com exposições orais.

Palavras-chave: *Peer Instruction*; Mestrado Profissional em Ensino; Ensino de Física.

Abstract

Since the emergence of the first Professional Master's degree in Teaching (PMT) in Brazil, there has been an explicit guidance that the master's students develop innovative educational products that can be disseminated to other educational contexts as a partial requirement for obtaining a master's degree. In the PMT with physics themes, the active teaching method *Peer Instruction* (PI) has been one of the most adopted for the development and application of such products. Thus, the objective of this work is to understand how the PI was implemented by physics teachers in the context of the PMT. For this, we carried out a preliminary bibliographic study in 34 dissertations, published between 2004 and 2018, highlighting the modifications performed by the authors to implement this method in its context. We verified that 32 of the 34 teachers made some kind of modification to the original proposal of the PI, with nine authors modifying between 50% and 70% of

the method. Among the characteristics of the method, the most modified was the implementation of conceptual questions interspersed with oral presentations.

Keywords: *Peer Instruction; Professional Master's degree in Teaching; Physics Education.*

Introdução

Os desafios da Educação, e do Ensino de Física em particular, são diversos: desvalorização da profissão docente, falta de professores, carga horária reduzida, desmotivação docente, abordagens didáticas tradicionais, ensino centrado no professor, entre outros pontos. Alguns desses problemas estão ao alcance de professores e pesquisadores resolverem. Entretanto, como aponta Moreira (2018), há limitada participação docente nas investigações em ensino de Física e ínfimo impacto das pesquisas nas salas de aula.

Frente a esse problema, algumas iniciativas vêm sendo implementadas. Como exemplo, em 2002, foram criados os primeiros Mestrados Profissionais em Ensino (MPE), regulamentados pelo Ministério da Educação e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Com objetivo análogo, entre 2006 e 2012, a CAPES em parceria com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira realizou editais do programa Observatório da Educação, o qual propunha, dentre outras coisas, a capacitação de professores e a disseminação de conhecimentos sobre educação (BRASIL, 2006).

Ainda em vigência, os MPE buscam com a qualificação didático-pedagógica dos docentes, a melhoria do ensino na educação básica, agregando a pesquisa à prática do professor, de maneira a integrar a realidade escolar com a pesquisa acadêmica (MOREIRA; NARDI, 2009). Tal integração se dá através da exigência do desenvolvimento e implementação de um Produto Educacional (PE) inovador – nas condições reais de ensino do professor-aluno –, e do relato da experiência na dissertação (BRASIL, 2015). Além disso, espera-se que os produtos sejam dissemináveis para contextos educacionais distintos. Apesar dos esforços de professores e pesquisadores, Schäfer (2013) aponta que os PE em algumas situações não são disseminados e nem mesmo os próprios autores os utilizam após a conclusão do mestrado.

Nesse sentido, no escopo do projeto em que o presente trabalho está inserido, almejamos contribuir para a adoção e disseminação dos PE dos MPE, entendidos aqui como inovações didáticas. Nosso principal objetivo é entender como o *Peer Instruction* (PI) tem sido implementado por professores de Física no contexto dos MPE do Brasil. A escolha do método interativo de ensino PI foi devido a sua presença tanto em contexto nacional quanto internacional, frente a outros métodos similares. Neste artigo apresentamos resultados parciais de um estudo que identifica as principais modificações realizadas no PI a partir da leitura das dissertações. Cabe salientar que tais modificações podem ser benéficas, na medida em que possibilitam a implementação do método em um contexto educacional particular, ou prejudiciais, no sentido de deturparem aspectos fundamentais do método.

Estudos anteriores sobre o *Peer Instruction*

Nesta seção, apresentamos uma breve descrição do PI e dos resultados de uma revisão da literatura sobre o método realizada por Müller et al. (2017).

O *Peer Instruction*, desenvolvido em 1991 pelo professor Eric Mazur da Universidade de *Harvard*, é um método ativo de ensino centrado na ideia de que um aluno pode aprender com outro. Inicialmente, Mazur (1997) propôs que anteriormente às aulas os alunos deviam ser introduzidos ao assunto com um material de apoio. Mais tarde, Araujo e Mazur (2013) propuseram a integração do PI ao *Just-in-Time Teaching*. Tal integração recomenda que previamente às aulas, os estudantes realizem uma tarefa de leitura (*reading assignment*) proposta pelo professor, isto é, realizem a leitura de um material de apoio e respondam a questões conceituais sobre o tópico lido e a uma pergunta de *feedback* sobre o entendimento do material. Já em classe, espera-se que o professor inicie a aula propondo *quizzes* (questionários) aos estudantes e, em seguida, utilize as respostas para guiar uma breve exposição oral sobre o tópico estudado; ou comece a aula realizando uma exposição oral planejada a partir das dúvidas dos alunos referentes à tarefa de leitura, respondida e enviada ao professor antes da aula.

Ambas propostas recomendam curtas exposições do professor, sobre os pontos-chave, intercaladas com a apresentação de Testes Conceituais¹ (TC), os quais são, usualmente, baseados em dificuldades comuns dos alunos. Ao apresentar os TC, a ideia é que os estudantes reflitam individualmente e depois se comprometam com uma resposta para cada TC, ou seja, os alunos votam em uma alternativa. Araujo e Mazur (2013) expõem a sequência da aula para três possíveis cenários. Caso os resultados da votação fiquem entre 30 e 70% de acertos, recomenda-se que o docente solicite aos alunos que discutam com os colegas com respostas divergentes. Em seguida, o professor pede que os estudantes votem novamente individualmente. No entanto, se a quantidade de acertos for menor que 30%, é recomendado que o professor realize uma nova exposição dialogada e depois proponha um novo TC sobre o mesmo tópico. Por fim, se a votação indicar mais de 70% de acertos, é recomendado que o docente explique a questão e inicie uma exposição oral sobre um novo tópico, recomeçando o processo.

Em revisão da literatura recente sobre a implementação do PI, Müller et al. (2017) apontaram que a adoção do método apresenta impactos positivos na aprendizagem conceitual dos alunos, na habilidade de resolução de problemas e no desempenho acadêmico. Os resultados da revisão revelaram que a maioria das publicações foram conduzidas em universidades norte-americanas, principalmente em disciplinas de Física. Além disso, o estudo expôs que os estudantes desenvolvem sentimentos positivos relacionados a sua aprendizagem dos conteúdos e à metodologia. Por fim, foi evidenciado que os professores realizavam modificações ao implementar o PI, tanto de maneira a integra-lo com outras metodologias como em relação às etapas do método. Apesar de demonstrar flexibilidade do método, tais resultados apresentam a necessidade de estudos sobre os impactos das modificações em ambientes formais da educação básica.

Nesse sentido, Dancy, Henderson e Turpen (2016) investigaram, a partir de entrevistas, como 35 professores americanos implementaram o PI. Para analisar as modificações, os autores definiram nove elementos que compõem o método, a saber: *i) o professor adapta suas ações às respostas dos alunos às tarefas desenvolvidas em classe; ii) os alunos não são avaliados nas tarefas de aula; iii) os estudantes têm um tempo para pensar individualmente e se comprometer com uma resposta à tarefa antes de discutir com os colegas; iv) são utilizadas questões*

¹ Exemplos de TC: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n27_Oliveira/testes_conceituais.pdf.

conceituais na sala de aula; v) as questões conceituais se baseiam em ideias prévias comuns e dificuldades dos alunos; vi) as questões de sala de aula são de múltipla escolha; vii) as tarefas são intercaladas ao longo da aula; viii) os alunos discutem suas ideias a respeito das respostas às atividades com os seus colegas; ix) os estudantes votam individualmente após a discussão entre os colegas. Como resultados, os autores constataram modificações de aspectos essenciais do método, o que indica que os docentes não estão conscientes dos princípios básicos. Apenas 20% dos professores declararam pedir que os alunos se comprometam individualmente com a resposta aos TC, 40% raras vezes ou nunca solicitam que os estudantes discutam entre si, e apenas 10% realizam a votação após a discussão.

No contexto brasileiro, Müller (2017) realizou três estudos empíricos em duas universidades públicas brasileiras. Como resultados o autor identificou que, em ambas universidades, o PI sofreu modificações ao longo do tempo. Tais modificações foram realizadas devido às crenças de ensino- aprendizagem dos docentes, à dificuldade de cumprir o cronograma de conteúdos da disciplina, aos contextos de ensino e às suas experiências anteriores e necessidades específicas.

Por fim, nosso estudo é uma tentativa de preencher a lacuna apresentada em recente revisão da literatura realizada por Rebeque, Ostermann e Viseu (2017) a respeito dos MPE. Os autores salientam que há uma tendência de estudos de identificação e categorização das dissertações e PE de MPE, deixando de lado análises acerca da qualidade, utilização e disseminação desses materiais. Assim, os estudos apresentados nessa seção dão subsídios para uma análise em profundidade das dissertações e PE que relatam a implementação do PI.

Delineamento metodológico

Para atingir o objetivo deste trabalho, realizamos uma leitura detalhada das dissertações e PE de MPE em que os professores aplicavam nas aulas de Física o método PI. As dissertações foram selecionadas com uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES² com os seguintes descritores: "Instrução pelos Colegas" OR "Instrução pelos Pares" OR "Instrução por Pares" OR "*Peer Instruction*". Além disso, aplicamos um filtro da própria plataforma para Mestrado Profissional e Profissionalizante. Encontramos 41 dissertações. Dessas, realizamos a leitura dos títulos e resumos e excluímos nove que não utilizavam o método e/ou temas de Física. Com o intuito de garantir que a nossa busca contemplasse todas as dissertações de nosso interesse, realizamos ainda uma leitura dos títulos e resumos de planilhas disponibilizadas na plataforma Sucupira³ de dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física de 2015 até 2018. Dessa maneira, identificamos três novas dissertações. Na sequência foi realizada uma leitura flutuante das 35 dissertações identificadas. Nessa etapa mais uma dissertação foi excluída por apenas citar o método, sem implementá-lo. Assim, analisamos a fundo 34 dissertações⁴ e seus PE derivados.

Os arquivos em PDF dos trabalhos foram importados para o *software NVivo 12 Pro*⁵, no qual realizamos a leitura integral dos documentos. Assim, foi possível selecionar trechos dos relatos que se relacionassem com 10 características do

² Disponível em: <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>.

³ Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>, em Coleta CAPES, Dados de Envio.

⁴ A lista das dissertações está disponível em: <https://bit.ly/2RWbPZ9>.

⁵ *Software* de análise de dados qualitativos (<https://www.qsrinternational.com/nvivo/home>).

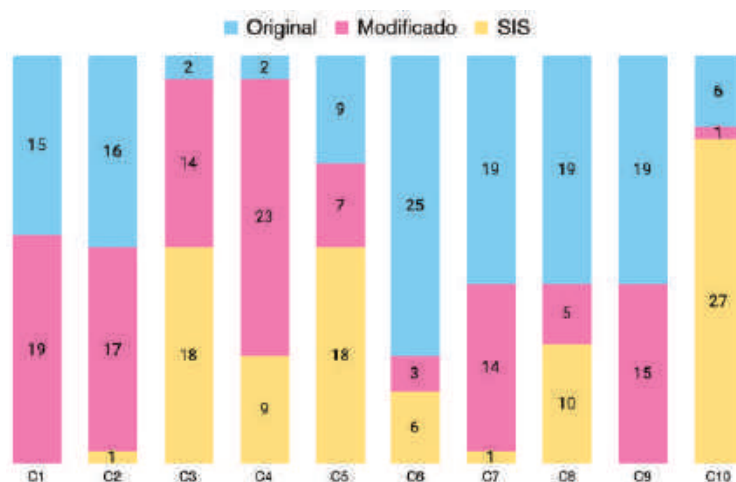
método, estabelecidas previamente. Tais características serviram como categorias de análise. As categorias, adaptadas de Dancy, Henderson e Turpen (2016), são as seguintes: (C1) *Preparação prévia como indicado pelo método*, (C2) *Análise das respostas da preparação prévia*, (C3) *Exposições orais breves*, (C4) *Questões intercaladas*, (C5) *Reflexão individual*, (C6) *Votação 1 individual*, (C7) *Discussão entre os colegas*, (C8) *Votação 2 individual*, (C9) *Aplicação de testes conceituais*, e (C10) *As questões em sala de aula não são pontuadas por acerto e erro*.

Para análise das categorias foram criadas três classificações, são elas: *Sem Informação Suficiente*, *Modificado* e *Original*. Dessa forma, cada dissertação foi classificada dentre essas três opções em cada categoria, permitindo ao final a identificação das características mais modificadas, das desenvolvidas da maneira proposta pelo desenvolvedor e daquelas em que não foram apresentadas informações suficientes para definir como ou se foram utilizadas.

Resultados preliminares e discussão

Nesta seção, apresentamos quais as modificações realizadas em cada uma das categorias, bem como expomos, na Figura 1, o panorama dos resultados.

Figura 1. Quantidade de dissertações que informam o uso ou a adaptação de cada uma das características do PI.



Fonte: autoria própria.

Dentre as modificações mais recorrentes em C1 (preparação prévia) estão: apenas a leitura de um material em casa, sem a utilização de questões (D3, D13, D14, D19, D24, D26, D30, D33); e ausência da preparação prévia (D5, D12, D17, D23, D25, D34). Outras modificações foram: a ocorrência de leitura seguida de dúvidas (D18) ou de pré-teste (D22) em sala de aula; a entrega de um texto e uma lista de exercícios, sem o envio das respostas, apenas conferindo em sala de aula com o gabarito (D11); e a leitura de um material em sala de aula seguido de comentários e dúvidas (D18). Outro autor relatou ter disponibilizado aos alunos ao final da aula, ainda em sala, um tempo para leitura da Tarefa de Leitura (TL) (D15), de modo a contornar uma barreira situacional identificada no momento da entrega do primeiro material. Ainda em relação a esse caso, destaca-se que mesmo poucos estudantes realizando as TL o professor continuou disponibilizando e corrigindo.

A segunda categoria (C2) se refere à análise das respostas dadas aos quizzes e/ou às Tarefas de Leitura. Em seis trabalhos não houve qualquer tipo de

preparação prévia (TL ou *quizzes*) (D5, D12, D17, D23, D251, D34) e oito deles indicavam apenas leituras prévias, sem questões (D3, D13, D14, D19, D24, D26, D30, D33), implicando na ausência de respostas para serem analisadas e utilizadas na preparação da exposição oral. Em outras duas dissertações, apesar de o professor responder as dúvidas, não havia questões obrigatórias. Nesse caso, por exemplo, eles apenas remetiam dúvidas por um grupo em uma rede social da turma (D24) ou as expunham após a leitura da tarefa em classe (D18). Outra dissertação classificada como modificada foi a D11, nela o professor indicava uma leitura e uma lista de exercícios prévias, mas em sala de aula os alunos apenas conversavam entre si e recebiam o gabarito, e se ainda restassem dúvidas ele às respondia.

Em relação à categoria de exposições orais breves (C3), 14 dissertações foram classificadas como modificadas, isto é, os autores realizaram exposições longas. Dentre as evidências utilizadas para identificar a mudança, a mais recorrente foi a ocorrência de aulas apenas expositivas seguidas por aulas com a aplicação de TC (D12, D19, D22, D24). Outro indício considerado foi o uso de exposição seguida de outra atividade, ambas orais, realizadas pelo professor (D01, D23) com os TC ao final da aula (D15, D16, D29). Vale salientar que a dissertação D27 apresenta todas as evidências apontadas até então para essa categoria. Os autores de D09, D10 e D26 declararam exceder o tempo de exposição. Por fim, a autora de D32 substituiu a exposição oral pela leitura de um material no início da aula.

A quarta categoria, das questões intercaladas (C4), foi a mais modificada dentre as dez analisadas. Há predominância de dissertações em que os autores realizavam os TC ao final da aula (D09, D10, D15, D16, D18, D20, D26, D28, D29, D30, D33, D34), ou seja, não faziam breves exposições intercaladas com os TC. Nesses casos, primeiro o professor realizava toda a exposição, executava as atividades previstas (experimento ou simulação), e por fim aplicava os TC. Este tipo de modificação é vinculado a modificações na categoria C3, conforme já exposto. Outras alterações realizadas em relação a C4 foram: o uso de uma aula específica para aplicar os TC (D02, D12, D19, D22, D24, D27) e a aplicação dos TC em apenas um momento da aula, em geral entre atividades como exposição, experimento e uso de simulação (D01, D03, D14, D23). Quatro dessas dissertações foram consideradas modificadas porque os autores, apesar de implementarem a C4 da forma original em algumas aulas, não o fizeram em todas (D01, D10, D33, D34). Por fim, destacamos que uma das dissertações, classificada como original (D17), previa realizar os TC como um questionário final, no entanto foram intercaladas exposições orais com os TC, pois os alunos apresentaram muitas dúvidas sobre as questões.

Dentre as modificações realizadas em relação à categoria da reflexão individual (C5) está a realização da reflexão coletiva inicial (D10, D16, D17, D22, D30, D31), que ocorria tanto por iniciativa dos alunos, que conversavam antes da votação (principalmente em turmas mais numerosas), quanto por iniciativa do professor, que sugeria que os estudantes votassem em duplas ou grupos. Em outro caso considerado modificado o professor exibiu um vídeo entre a apresentação de alguns TC e a primeira votação (D26). Dentre os casos considerados reflexão coletiva inicial, por exemplo, destacamos uma dissertação em que o docente relatava utilizar o PI em duas turmas, uma de segundo e outra de terceiro ano do ensino médio, implementando a reflexão individual apenas na primeira.

Nesse mesmo trabalho, a primeira votação (C6) também foi modificada, pois acontecia em dupla na turma de terceiro ano (D22). As outras duas alterações em

relação à C6 são os relatos em que identificamos a votação em grupo (D16) e em dupla (D17).

A respeito da discussão com os colegas entre uma votação e outra (C7), foram identificadas diversas adaptações. Quatro professores relataram situações em suas dissertações em que realizaram explicações (D11, D20, D26, D28, D34), orais ou expostas em *slides*, para complementar a discussão dos estudantes entre uma e outra votação. Um dos casos não realizou a discussão em momento algum (D25). Em oposição, identificamos três autores que relataram realizar a discussão entre os alunos independentemente da quantidade de acertos (D04, D12, D33). Outras mudanças foram: a realização de mais de uma discussão para o mesmo TC (D02); os alunos expondo suas respostas por solicitação do professor (D07) ou de um aluno que assumiu postura de líder de turma (D19); a troca da discussão pela exposição do professor (D31), por falta de tempo; e a discussão dos TC apenas ao final da votação de todos eles (D24).

Identificamos cinco tipos de alteração em relação à proposta original de realizar uma segunda votação individual (C8). Nesses casos a segunda votação, não era realizada (D24) ou acontecia em dupla (D17, D22), em grupos (D16), ou independentemente da quantidade de acertos na primeira votação.

Além disso, a aplicação dos TC (C9) foi adaptada pelos professores para questões tanto conceituais como matemáticas. Essa alteração foi identificada nas 15 dissertações aqui classificadas como modificadas (D02, D04, D05, D09 a D11, D14, D15, D20, D21, D24, D26, D28, D30, D33).

Por fim, a única modificação identificada em relação à pontuação por acerto e erro dos TC (C10) foi uma dissertação em que os alunos ganhavam pontos por acerto na segunda votação (D30).

Assim como Müller (2017) aponta como resultado de seu segundo estudo, entendemos que a quantidade de modificações identificada na pesquisa pode indicar que as crenças de ensino e aprendizagem dos docentes não são compatíveis com os pressupostos básicos do método. Outro ponto interessante a salientar são as características mais modificadas no contexto investigado, frente as apontadas nos estudos apresentados. Na nossa pesquisa é possível notar uma maior modificação em relação ao uso das questões intercaladas com exposições orais breves ($n = 23$), a preparação prévia ($n = 19$) e a análise das respostas dessas ($n = 17$), e ao uso de questões conceituais ($n = 14$). Apesar da discussão entre os colegas apresentar um número considerável de adaptações, não está entre as características mais modificadas, diferentemente do estudo de Dancy, Henderson e Turpen (2016) em que as principais características modificadas são o comprometimento individual do aluno com a resposta, a discussão entre os colegas e a votação após a discussão.

Considerações finais

Com este trabalho buscamos expor as modificações identificadas em relação ao *Peer Instruction*, reforçando a importância da continuidade de uma pesquisa sobre as razões das modificações e as consequências positivas e negativas relacionadas. A partir da leitura das dissertações, foi possível identificar lacunas nos relatos sobre alguns dos elementos essenciais do método, já apontados por Dancy e colaboradores como elementares. Além de fatores institucionais e situacionais (e.g. falta de infraestrutura ou de apoio da comunidade escolar,

quantidade elevada de alunos por turma, entre outros), julgamos que essas adaptações do método podem se dar em função de concepções de ensino e aprendizagem dos professores desalinhadas com os princípios pedagógicos do método de ensino. Essas, e outras hipóteses, serão avaliadas em trabalhos futuros. Para tanto, serão aplicados questionários aos docentes, autores das dissertações elegidas ao estudo, bem como tentaremos entrevistar alguns, buscando entender os motivos das modificações e identificar as consequências dessas adaptações. A continuação dessa pesquisa contará com o aporte da Teoria da Difusão de Inovações, de Everett Rogers (2003), visando contribuir para reflexões e orientações acerca da construção de produtos educacionais potencialmente dissemináveis.

Referências

- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362–384, 17 abr. 2013.
- BRASIL, 2015. **Conselho do MNPEF**. Regimento Geral do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.
- BRASIL, 2006. **Decreto 5.803, de 8 de junho de 2006**. Institui o Observatório da Educação. Brasília.
- DANCY, M.; HENDERSON, C.; TURPEN, C. *How faculty learn about and implement research-based instructional strategies: The case of Peer Instruction*. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 1, p. 010110, 22 fev. 2016.
- MAZUR, E. **Peer instruction: a user's manual**. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 1997.
- MOREIRA, M. A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, 12 mar. 2010.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73–80, dez. 2018.
- MÜLLER, M. G. **Adoção e difusão de inovações didáticas em disciplinas de Física Geral: Estudos de caso em duas universidades públicas brasileiras**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2017.
- MÜLLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, 13 mar. 2017.
- REBEQUE, P. V.; OSTERMANN, F.; VISEU, S. Os mestrados profissionais em ensino de ciências e matemática no Brasil: um tema pouco explorado na literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 25 out. 2017.
- ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 5th ed. New York: Free Press, 2003.
- SCHÄFER, E. D. A. **Impacto do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS na prática docente: um estudo de caso**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2013.

A CONSTRUÇÃO DE ORIENTAÇÕES CURRICULARES EM CIÊNCIAS: A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES

BUILDING NEW SCIENCE CURRICULUM GUIDELINES: THE PERCEPTION OF TEACHERS

Camila Manni Dias do Amaral¹, Marta F. Barroso²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro / PEMAT / camilamanni@gmail.com

²Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto de Física / marta@if.ufrj.br

Resumo

Neste trabalho são apresentadas as investigações preliminares sobre as relações entre professores do ensino fundamental e uma nova proposta curricular e sobre quais são as percepções desses profissionais sobre essa proposta. Por meio de observação participante, foram coletados dados em momentos chave do processo de elaboração e discussão de uma reforma curricular, e foi lançado um olhar antropológico sobre as perspectivas dos profissionais da educação básica que ensinam ciências, em particular física, no ensino fundamental. Da análise de dados emergem categorias que podem ser agrupadas em quatro grandes grupos, estando o primeiro deles relacionado aos pensamentos e sentimentos dos professores com sobre as medidas propostas. É sobre esse primeiro grupo que versa esse trabalho, no qual é apresentado o levantamento desses pensamentos e sentimentos nos contextos em que são percebidos. A análise desse primeiro grupo revela uma percepção de impotência frente a uma reforma imposta, e um desconhecimento relativo aos objetivos da reforma.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino de Ciências; Reforma Curricular; Base Nacional Comum Curricular; Professores do Ensino Fundamental

Abstract

This study presents preliminary results on investigations regarding the relations between secondary school teachers and new curricular guidelines, as well as teachers' perceptions about the proposal. Through participant observations, data from key moments in the process of discussion and elaboration of a curriculum reform were collected and an anthropological view was thrown over secondary school teachers' perceptions about this reform. Teachers from different fields participated in the research, but the focus of this study is those who teach physics in science-related disciplines. From data analysis, categories emerge that can be grouped into four main groups, and this study presents a brief analysis of the first of them, concerning the feelings and thoughts of teachers regarding the changes to be implemented due to the reform. Data analysis of this group reveals the perception of impotence face to an imposed reform and the ignorance of the goals of the reform.

Keywords: Physics Teaching; Science Teaching; Curriculum Reform, Secondary School Teachers

Introdução

Em dezembro de 2017, foi publicada a resolução CNE/CP Nº2, que dispõe sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental (BRASIL, 2017), a ser obrigatoriamente ser instituída em um prazo de dois anos contados a partir desta data. A adequação dos currículos à BNCC deveria ocorrer até o início do ano letivo de 2020. Em 2018, a rede municipal de ensino do Rio de Janeiro deu início às discussões que culminaram com a proposição de Orientações Curriculares (OCs), a serem implementadas preliminarmente no ano letivo de 2019.

O processo de elaboração desse documento teve início em comissões internas da Secretaria Municipal de Educação (SME), com convite feito a professores universitários para participar como consultores; a partir de documentos preliminares, foram promovidas discussões com professores da rede de ensino e a apresentação das OCs aos professores e membros das Coordenadorias Regionais de Educação (CREs). Todo esse processo foi acompanhado: foram observadas as diferentes reuniões, e este trabalho apresenta um resultado preliminar da análise dos dados coletados nessas observações e da revisão bibliográfica sobre o tema.

A elaboração das OCs acompanhada neste trabalho é referente a Ciências no Ensino Fundamental, níveis de ensino em que atuam, majoritariamente, professores formados em Biologia, Pedagogia ou Normal Superior. As OCs no município existentes até então possibilitavam a esses professores não abordar temas de Física ou Química, pois essas disciplinas estavam concentradas no nono ano do ensino fundamental. Com as novas OCs, a possibilidade de não abordar em sala de aula temas de Física deixa de existir, já que a presença desses temas nos eixos “Matéria e Energia” e “Vida e Universo” passam a estar distribuídos de forma linear ao longo dos nove anos do Ensino Fundamental, engendrando mudanças e desafios para os professores da rede.

Esta investigação, ainda em andamento, aproveita a oportunidade de acompanhar uma reforma educacional desde sua elaboração até sua implementação. Justifica-se pela atualidade e relevância do tema, e tem como objetivo principal discutir os pensamentos e sentimentos (e as ações) que a BNCC e as OCs suscitam nos profissionais de educação. Para o seu desenvolvimento, foi adotada uma abordagem antropológica, com ênfase na investigação dos significados atribuídos pelo grupo observado às OCs e às suas práticas profissionais. Isso implica dizer que esse não é um estudo onde são esmiuçados documentos e discutidos seus textos; ao invés disso, busca-se conhecer e revelar as percepções dos professores sobre esses documentos.

Percursos Metodológicos

A coleta de dados foi realizada através de observação participante e não participante em ambientes físicos e espaços virtuais. Existem discussões com relação à existência de uma observação que seja não participante, já que a própria presença de um observador externo influencia de maneira imprevisível o comportamento dos participantes. Entretanto, como em algumas etapas do trabalho de campo diversos profissionais que não se conheciam estavam presentes, e a pesquisadora de campo não se diferenciava dos demais, reafirma-se que houve a possibilidade de uma observação não participante. Quando foi realizada a observação participante, surgiram alguns desafios; para o grupo pesquisado, os

observadores eram *outsiders*, e o papel desses na dinâmica de elaboração e implementação das orientações curriculares não estava clara para os professores.

As primeiras observações para essa pesquisa ocorreram no grupo da SME, composto por professores e gestores da rede municipal de ensino e consultores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que reuniram-se regularmente durante todo o ano de 2018. As observações desse grupo constituíram uma primeira aproximação das OCs, mas o objeto desta pesquisa é a percepção dos professores a respeito desse primeiro documento e a implementação dessas orientações na rede municipal de ensino. Por esse motivo, as reuniões não serão detalhadamente descritas.

O trabalho de campo foi realizado por uma das autoras, e a primeira etapa desse estudo foi a observação da apresentação das OCs para os coordenadores pedagógicos e elementos de CREs, em setembro de 2018. Essa foi a primeira apresentação geral do documento; anteriormente haviam sido formados pequenos grupos de discussão nas CREs para que os professores pudessem participar da construção das orientações. Nessa ocasião, a técnica utilizada para a coleta de dados foi a observação não participante, realizada a partir de um ponto fixo do qual era possível observar todos os presentes.

A segunda etapa desse estudo foi a observação da apresentação e discussão entre os professores das OCs em uma escola da rede municipal de ensino. Para isso, foi feito o contato com três diretores de escolas, para solicitar autorização para observar as discussões. Nessa etapa, foi grande a objeção à participação de observador externo, e a autorização para a pesquisa só foi obtida no dia em que ocorreria a discussão nas escolas. Esse consentimento, entretanto, só foi dado após o minucioso escrutínio das intenções, crenças e da lealdade da pesquisadora de campo, pois havia a preocupação de que o real objetivo dessa observação fosse coletar informações para repassar para a SME, o que poderia prejudicar os professores presentes. Mesmo após esse escrutínio, era notório o desconforto de todos na escola com a possibilidade de estarem sendo vigiados, o que foi traduzido em palavras por uma das professoras, que questionou: “*você está aqui de olheira da secretaria? [...] não queremos olheiro*”.

As tensões relatadas estiveram presentes também na terceira etapa de coleta de dados, que consistiu em uma tentativa de netnografia em grupos de mensagem instantânea¹ formados por professores da rede municipal. Uma netnografia é um método qualitativo de pesquisa que adapta as técnicas da observação participante às contingências únicas de um no ambiente virtual ou ciberespaço (KOZINETS, 2010), e aqui este método foi combinado com os métodos não virtuais descritos. Referimo-nos a essa etapa como uma tentativa de netnografia porque, apesar de ter sido possível coletar informação sobre o grupo pesquisado, a entrada (*entrée*) não foi bem-sucedida, mesmo com a utilização das técnicas de aproximação e entrada padrões da etnografia. Nessa etapa da pesquisa, ocorreu a retirada e a recolocação da pesquisadora no grupo algumas vezes, pois todas as vezes que algum assunto considerado pelos participantes mais delicado entrava em discussão, os professores optavam por fazê-lo sem observadores externos. Dessa maneira, já que a entrada no campo estava comprometida, em algum nível a pesquisa netnográfica também o estava.

¹ Especificamente utilizando o aplicativo *WhatsApp*.

A quarta etapa do trabalho de campo foi a observação da discussão com os professores em estágio probatório, que ocorreu na Escola de Formação Paulo Freire no dia 11 de dezembro de 2018. Nessa etapa, talvez porque o público-alvo fossem professores em estágio probatório que assumiram o cargo em 2015/2016, foi possível notar algumas diferenças entre os presentes, como a menor faixa etária e uma animação particular.

A análise de dados ocorreu simultaneamente à coleta, e nela conjugaram-se as técnicas comuns da Teoria Fundamentada em Dados (CORBIN & STRAUSS, 1990; CHARMAZ, 2006) e da etnografia (CRESWELL, 2013). O processo de codificação line by line *in vivo* e o método de comparação constante possibilitaram a teorização sobre as categorias importantes para o grupo pesquisado, que emergiram no processo de análise. Concomitantemente, optou-se por uma descrição densa (GEERTZ, 2008) do trabalho de campo como parte da análise e da apresentação de resultados, priorizando a investigação dos significados atribuídos pelo grupo observado às categorias levantadas. Dessa forma, não houve a tentativa de conformar as categorias emergentes aos significados que foram atribuídos a elas em outras pesquisas.

Revisão bibliográfica

A literatura sobre mudanças educacionais baseadas na reestruturação ou reelaboração do currículo aponta fatores indispensáveis à implementação de um novo currículo nas escolas. Esses fatores estão relacionados à comunidade escolar – professores, estudantes, administração interna, rede de apoio dos estudantes, estrutura da escola, avaliações externas, materiais instrucionais desenvolvidos para a implementação da reforma –, à estratégia adotada para a reforma – de cima para baixo ou de baixo para cima –, às agências de fomento e à administração externa (FULLAN, 2001; POWELL & ANDERSON, 2008; BRAUN, MAGUIRE & BALL, 2010). Apesar de todos esses fatores confluírem na prática, optou-se pela análise de parte desses fatores, nomeadamente a relação entre os professores e a implementação de reformas educacionais, o que pode colaborar para o conhecimento nesse campo de pesquisa, como mostram Datnow (2012) e Harris e Graham (2019).

Conforme consta em pesquisas sobre o desenvolvimento e a implementação de reformas curriculares, o corpo docente da instituição ou da rede onde será implementada uma reforma educacional é um elemento decisivo para o processo de implementação (POWELL & ANDERSON, 2008). A afirmação quanto à importância do papel dos professores norteia a abordagem aqui apresentada, e se sustenta no fato de que cabe ao professor tomar decisões sobre como adotar as novas recomendações e utilizar materiais elaborados para dar suporte às reformas educacionais (ROEHRING et. al, 2006). Por isso torna-se necessária uma breve discussão sobre como os conceitos de agência, estrutura e ensino têm sido articulados em estudos sobre reformas curriculares e prática docente.

O conceito de agência mobilizado aqui, por estar mais relacionado aquilo que se observa ao analisar os dados coletados, é o definido por Emirbayer e Mische (1998):

“engajamento construído temporalmente por atores de diferentes ambientes estruturais [...] que, através da interação de hábito, imaginação e julgamento, reproduzem e transformam essas estruturas em resposta interativa aos problemas colocados pela mudança da situação histórica” (p.970)

De fato, Emirbayer e Mische (1998) trouxeram novas perspectivas sobre agência ao propor que ela tem três elementos constitutivos: iteração, projetividade e avaliação prática. A iteração é o elemento relacionado ao passado, à tradição e à repetição de padrões determinados pela cultura e sociedade, e seria o único elemento considerado nas concepções *soft* de agência; a projetividade está relacionada à formação culturalmente mediada de projetos e à maneira como os atores sociais negociam seus caminhos; a avaliação prática implica a capacidade dos atores de fazer julgamentos práticos e de criar e escolher trajetórias alternativas quando confrontados com demandas emergentes, dilemas e ambiguidades.

Nas discussões seminais sobre agência, ela frequentemente era entendida como oposta à estrutura, mas essa interpretação modificou-se ao longo dos anos de estudos sobre o tema. Atualmente, a agência é percebida como uma capacidade que emerge na interação social e é alcançada sob condições particulares. Sob essa perspectiva a estrutura é reinterpretada como o meio no qual a agência é alcançada. Assim, especialmente nas pesquisas da área de ensino, a relação entre agência e estrutura fica estabelecida como uma relação de construção mútua.

Essas pesquisas, que visam compreender as relações entre a agência profissional dos professores e a implementação de reformas educacionais, têm-se tornado mais recorrentes em revistas especializadas na última década (DATNOW, 2012; BING WIE & NAN CHEN, 2019). Devido às diferenças nos contextos em que são desenvolvidos, esses trabalhos guardam profundas diferenças entre si, mas compartilham da definição de agência proposta por Emirbayer e Mische (1998), considerada como algo que os sujeitos alcançam na vida social e não algo que lhes é intrínseco. Dessa forma, o foco dos artigos publicados na última década sobre agência e ensino é discutir como a agência é desenvolvida e negociada, assim como suas consequências práticas.

Resultados Preliminares

Os resultados apresentados nessa seção são relativos às observações realizadas entre o início do segundo semestre de 2018 e meados do primeiro semestre de 2019 com aproximadamente cem professores, entre participantes da etapa presencial e online da pesquisa. As categorias emergentes da análise de dados foram agrupadas em quatro grandes grupos para análise: a) que eu penso e como me sinto com relação às mudanças propostas; b) O que/quem eu sou; o que eu sinto que sou capaz de fazer; c) O que/quem acham que eu sou; o que esperam que eu seja capaz de fazer; d) Como conciliar essas expectativas? eu quero/acredito que seja possível essa conciliação.

Esse trabalho se aterá à ao primeiro grupo, discutindo os pensamentos e sentimentos dos professores com relação à BNCC e às OCs.

O que eu penso e como me sinto com relação às mudanças propostas.

Em todos os espaços nos quais foi realizada a pesquisa, a relação entre professores e a reforma curricular em curso pareceu ser mediada por três fatores: pensamento, sentimento e ação, não necessariamente inter-relacionados. Inicialmente codificaram-se os fatores que emergiram nas falas dos professores; em seguida, foi feito o levantamento acerca dos contextos em que cada fator é mobilizado, e então retornou-se a esses contextos para comparar os novos dados

coletados com aqueles já analisados. A partir desse processo, foi possível abrir os códigos pensamento, sentimento e ação, para então compreender os grandes temas suscitados pelos professores.

No Quadro 1, são apresentados os pensamentos que emergiram dos professores.

Quadro 1. Pensamentos

PENSAMENTO	AMOSTRA TEÓRICA
<p>Preocupações e reflexões relacionadas às motivações e a elaboração das orientações</p>	<p>“Nunca vi uma reforma que aconteça de cima para baixo dar certo. Como eu vou fazer dar certo se eu não entendo o que a gente espera com a mudança e em quanto tempo espera? O que eu entendo é que o resultado do Brasil no PISA levou a isso, mas a gente tem escola, investimento e vontade política suficiente de tirar o Brasil dessa posição? Não tem. Então qual o verdadeiro motivo disso?” (Professora de ciências)</p>
<p>Pensamentos práticos sobre a aplicabilidade das mudanças e suas consequências</p>	<p>“Os conteúdos de ciências vão se tornar mais integrados de modo que a cada ano que passa seria visto algo que depende de um conteúdo anterior ou continua não sendo um problema o aluno não ter aprendido uma coisa em um bimestre porque no seguinte já é outra matéria? Vira uma bola de neve?” (Professora de matemática)</p> <p>“O aluno vinha para o segundo segmento como se nunca tivesse visto ciências. Isso continua?” (Professora de ciências)</p>

Os tipos de pensamento frequentemente emergem simultaneamente, e revelam uma preocupação com as consequências do fracasso para professores e escolas. Há um consenso entre os professores de que a longo prazo a reforma (muitas vezes referida como “a/s mudança/s”) se mostrará ineficiente, apesar da maioria dos profissionais afirmar não saber quais os objetivos dela. Contudo, se os professores afirmam não saber qual o objetivo da reforma, mas afirmam que a reforma não será bem-sucedida, então fracasso e sucesso estão sendo definidos a partir de uma concepção interna aos professores.

Volta-se então para o que os professores afirmam ser os objetivos da reforma, revisando os dados já coletados e buscando coletar dados que respondessem a essa questão. Com isso, percebe-se que os professores consideram que o objetivo das reformas em curso é melhorar os índices alcançados em avaliações de larga escala, em especial, melhorar o resultado dos alunos brasileiros no PISA.

Para os professores, o objetivo de elevar as notas dos estudantes nas avaliações de larga escala não será alcançado porque falta aos alunos algum conhecimento fundamental, que pode ser de diversas naturezas. A origem dessas dificuldades, para os professores do segundo segmento, parece residir em deficiências trazidas pelos alunos desde os anos iniciais. Para os professores do primeiro segmento, essas dificuldades são estruturais, relacionadas ao pouco estímulo que as crianças receberiam em casa, a deficiências nutricionais e ao ambiente que muitas vezes não transmite a segurança que o aluno precisa para desenvolver-se plenamente. Dessa maneira, parece haver um determinismo no que concerne ao desempenho dos alunos, não havendo reforma educacional que seja capaz de mudar essa realidade.

No Quadro 2, são apresentados os sentimentos emergentes entre professores.

Quadro 2. Sentimentos.

SENTIMENTO	AMOSTRA TEÓRICA
Desconfiança	“Eu já fui chamada para esse tipo de reunião [para discussão de currículo], passamos um dia inteiro discutindo, um monte de professor da rede discutindo, e no final o documento que chegou nas escolas não tinha nada a ver com o que foi formulado em conjunto. A gente já está calejado de saber que essa discussão que a gente vai ter hoje não vai ser levada em consideração, mas precisamos ter.”
Medo	“A grande preocupação são os colegas em estágio probatório. O que acontece com eles se alguma coisa der errado nesse processo, se eles não conseguirem implementar o que tão mandando? São mandados embora? Como eles [a SME] vão fazer essa regulação do nosso trabalho? A gente tem que pensar em que mecanismos eles vão usar para punir quem não seguir a cartilha deles.” (Professora de matemática)
Desesperança	“Eu não tenho a menor esperança de que nada disso vá dar certo, eu espero só de que não piore, porque daqui a dez anos é que a gente vai ver que merda que isso vai dar.” (Professor de geografia) “Nem fazer a conexão ‘chutei a bola e ela voou’ meus alunos são capazes de fazer e ela está falando de estimular raciocínio científico.” (Professora de ciências)
Impotência	“Não tem o que fazer a BNCC vai entrar e as orientações são essa entrada, a gente não tem o que fazer e dizer que é contra não vai barrar” (Professora de matemática)
Interesse	Esse sentimento foi observado na atividade com professores em estágio probatório, e foi percebido a partir da análise da observação participante através dos elementos não verbais constantes no caderno de campo. As atividades que foram levadas para serem apresentadas aos professores causaram grande interesse, e foram recorrentes exclamações seguidas por “olha que interessante” e “Nossa, impressionante” por parte do público participante.

Os sentimentos dos professores são majoritariamente negativos, com exceção do interesse demonstrado por professores em estágio probatório. Os pensamentos e sentimentos codificados podem ser organizados em torno de dois eixos principais: a) a percepção dos professores de que estão impotentes diante de uma mudança feita de cima para baixo e que impacta suas práticas profissionais; b) falta de clareza quanto a quais são os objetivos das mudanças em curso, aos meios de alcançar esses objetivos, aos instrumentos para avaliar se os objetivos foram alcançados e aos mecanismos de controle sobre os professores que serão utilizados.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Diário Oficial da União. Seção 1. Brasília, DF, 22 dez. 2017. Disponível em <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=22/12/2017&jornal=515&pagina=41&totalArquivos=416>> Acesso em: 14 jan. 2020.

CHARMAZ, K. **Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis**. London: SAGE, 2006

CRESWELL, J. W. **Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches**. Thousand Oaks, CA: SAGE, 2013

DATNOW, A. Teacher Agency in Educational Reform: Lessons from Social Networks Research, v. 119, n^o2, pp. 193-201, nov. 2012;

EMIRBAYER, M.; MISCHÉ, A. 1998. What is Agency? *American Journal of Sociology*, v. 103, n. 4, p. 962-1023, jan. 1998.

FULLAN, M. **Leading in a culture of change**. San Francisco: Jossey-Bass, 2001.

GEERTZ, C. A **Interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

HARRIS, R; GRAHAM, S. Engaging with curriculum reform: insights from English history teachers' willingness to support curriculum change. *Journal of Curriculum Studies*, V. 51, N^o1, pp. 43-61, nov. 2019.

KOZINETS, R. V. **Netnography: Doing Ethnographic Research Online**, London: SAGE, 2010.

CORBIN, J.; STRAUSS, A.; **Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques**. London: SAGE Publications, 1990.

POWELL, J.; ANDERSON, R. D. Changing teachers' practice: Curriculum materials and science education reform in the USA. *Studies in Science Education*, v. 37, n^o1, pp. 107–135, mar. 2008.

ROEHRIG, G. H., KRUSE, R. A.; KERN, A.. Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 44 n^o7, pp. 883-907, set. 2007.

BING WEI; NAN CHEN. Agency at work: two beginning science teachers' stories in a context of curriculum reform in China. *International Journal of Science Education*, v. 41 n 10, pp.1286-1302, Apr. 2019. DOI:10.1080/09500693.2019.1600205

A PERSPECTIVA DE UMA CIÊNCIA IDEAL NA CONSTITUIÇÃO DA FÍSICA COMO DISCIPLINA ESCOLAR

THE PERSPECTIVE OF NA IDEAL SCIENCE IN THE CONSTITUTION OF PHYSICS AS SCHOOL SUBJECT

João Henrique Cândido de Moura¹, Maria Inês Petrucci-Rosa²

¹ Instituto Federal de São Paulo/Universidade Estadual de Campinas, joaomoura@ifsp.edu.br

² Universidade Estadual de Campinas-Faculdade de Educação, inesrosa@unicamp.br

Resumo

Inspirados em trabalhos de Goodson, elaboramos um quadro teórico para compreender a natureza da disciplina escolar e os movimentos que levam a sua estabilização no currículo. Consideramos que a disciplina escolar é diferente da disciplina acadêmica, do mesmo modo que o conhecimento científico é diferente do escolar. Apesar da perenidade das disciplinas escolares na organização curricular da educação básica brasileira, aquelas que se estabilizam e efetivamente permanecem no currículo carregam o nome do respectivo campo acadêmico-científico, como a Física, por exemplo. Isso se deve ao maior caráter acadêmico que ela pode apresentar, o que confere status no currículo, acarretando na estabilização da mesma. No caso da Física escolar, argumentamos que os conhecimentos são notadamente teóricos, frutos da recontextualização da dimensão científica, e constituem um discurso sobre uma ciência ideal. Assim, este trabalho tem como objetivo investigar em que medida esta perspectiva de um conhecimento teórico-idealizado contribui para a estabilização da Física no currículo escolar. Por meio da análise de alguns trabalhos, trazemos elementos que evidenciam o cunho eminentemente teórico, abstrato e acadêmico da Física escolar influenciados por essa perspectiva de um conhecimento ideal. Este caráter acadêmico eleva o status de cientificidade dos conhecimentos escolares da Física, tratando-os como universalmente corretos e aceitos, o que contribui com a estabilização e permanência dessa disciplina no currículo.

Palavras-chave: Disciplina Escolar, Física, Ciência Ideal, Recontextualização

Abstract

Looking at the ideas of authors as Goodson, we developed a theoretical framework to understand the nature of school subject and the movements that lead to its stabilisation in the curriculum. We believe that school subject is different from academic discipline, just as scientific knowledge is different from school knowledge. The school subjects that are established and effectively stand in the curriculum have names as the academic-scientific field, such as Physics, for example. This state of affairs is due to a tremendous academic character that it can present and gives status to it in the curriculum, which contributes to its installation in the curriculum. In the case of school physics, we discuss that the remarkable theoretical knowledge resulted in the recontextualisation of a scientific dimension, creates a discourse

about an ideal science. Thus, this work aims to investigate how this perspective of theoretical-idealised knowledge contributes to the stabilisation of Physics in the school curriculum. Through the analysis of some works, we bring elements that show the theoretical, abstract and academic nature of school physics influenced by this perspective of ideal knowledge. This academic character raises the scientific status of Physics school knowledge, treating them as universally correct and accepted, which contributes to the stabilisation and permanence of this subject in the curriculum.

Keywords: School Subject, Physics, Ideal Science, Recontextualization.

Introdução

A Física enquanto Ciência, em relação aos problemas estudados na contemporaneidade, trata de assuntos que englobam fenômenos em uma escala micro (p. ex., partículas elementares, propriedades dos materiais) e em escala macro (p. ex., cosmologia, astronomia, evolução das estrelas).

Por outro lado, a Física enquanto disciplina escolar aborda situações mais próximas da nossa experiência cotidiana (movimento de objetos, trocas de calor entre corpos/materiais, instrumentos ópticos e circuitos elétricos). Uma análise do documento da Matriz de Referência do Enem (BRASIL, 2009) corrobora essa asserção. Portanto, em uma análise preliminar e geral, nota-se um distanciamento entre a atividade contemporânea da Física e os temas ensinados nas aulas de Física da escola básica.

A partir desta assertiva e baseados na perspectiva teórica de Goodson, assumimos que uma disciplina escolar é diferente de sua correspondente disciplina acadêmica/científica, tendo em vista que a primeira não se configura simplesmente como uma mera reprodução da segunda. Nesse sentido, o conhecimento escolar se constitui, portanto, diferente do conhecimento científico, à medida que apresentam finalidades diferentes e cada qual se delinea de acordo com problemas e motivações próprias. A Física, enquanto Ciência, produz seu conhecimento em resposta a determinadas questões e apresenta características que não são as mesmas da Física escolar. Logo, conhecimentos, símbolos, elementos relacionados a uma disciplina acadêmica/científica de referência podem estar transformados na constituição da respectiva disciplina escolar.

No caso da Física trabalhada nos ensinos fundamental e médio, é notável destacar uma de suas principais características: o estudo dos fenômenos em condições ideais e muitas vezes irrealis para situações que acontecem em nosso planeta. O atrito e a resistência do ar são quase sempre desprezados nos problemas sobre movimentos de corpos; em estudos sobre calor e temperatura não se leva em consideração a troca de energia térmica entre um corpo e o ambiente em que se encontra, dentre outros exemplos.

Assim, em relação a ciência Física, acadêmica, desenvolvida em centros de pesquisa e Universidades, em que os parâmetros pertinentes devem ser levados em consideração, a Física escolar se delinea de forma diferente, se constituindo como uma Física ideal, uma ciência sem possibilidade de erros.

Nesse cenário, este trabalho se propõe a discutir o papel deste caráter teórico-idealizado do conhecimento escolar da Física como responsável pela sua

constituição e permanência no currículo como uma disciplina escolar. Assumimos que esse caráter é fruto da transformação dos saberes científicos em escolares e que ela pode ser entendida à luz da ideia de “*recontextualização de discursos*” (BERNSTEIN *apud* MAINARDES e STREMEL, 2010).

Considerando que os saberes mobilizados pela Física escolar são oriundos de processos de recontextualização da dimensão acadêmica/científica da Física, interessa-nos investigar em que medida essa perspectiva de uma ciência ideal, de uma ciência sem erro, contribuiu para a constituição e permanência desse campo disciplinar na configuração curricular da escola básica? Para elucidarmos essa questão, discorreremos na próxima seção sobre questões teóricas acerca das disciplinas escolares e da ideia de recontextualização.

Posteriormente, apresentamos argumentos de quatro trabalhos que possibilitam um caminho para dialogar com o objetivo do presente estudo. Estes foram selecionados a partir de uma revisão bibliográfica realizada através dos sítios eletrônicos do portal de periódicos da CAPES¹ (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>) e do catálogo de teses e dissertações da mesma instituição (<http://catalogodeteses.capes.gov.br/>). Foram utilizadas as seguintes palavras chave: conhecimento escolar, física, currículo, ensino de física, ciência ideal, ciência sem erros e perspectiva teórico-matemática. Elas foram devidamente combinadas para que fosse possível obtermos retornos significativos. Através da leitura dos resumos encontrados e conseqüente estudo da íntegra dos textos relevantes, selecionamos as quatro produções com as quais dialogamos neste trabalho, a saber: O Ensino da Física no Brasil: problemas e desafios (COSTA e BARROS, 2015), Conhecimento físico e currículo: problematizando a Licenciatura em Física (BARCELLOS, 2013), O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de Física (BRAGA, GUERRA e REIS, 2008) e A comunidade disciplinar de ensino de Física na produção de políticas de currículo (SILVA, 2006).

Currículo, Disciplinas Escolares e a Recontextualização

Os estudos curriculares abrangem uma gama de temáticas e perspectivas teóricas que permitem compreensões para além da ideia de lista de conteúdos e de um caminho para se chegar a algum lugar (LOPES e MACEDO, 2011; GOODSON, 2018).

Dentro do que podemos denominar de organização ou configuração curricular à qual estamos familiarizados há as tradicionais disciplinas escolares, que podem ser entendidas como: “1) *uma construção sócio-histórica*; 2) *uma tecnologia de organização curricular*; 3) *um produto da recontextualização de discursos*; 4) *um híbrido de discursos curriculares*” (LOPES, 2005, p. 265).

Esses quatro eixos descritos por Lopes possibilitam uma forma de se compreender as disciplinas escolares como autônomas, descoladas dos correspondentes campos científicos, com seu *corpus* próprio de saberes, que não são meras reproduções, nem adaptações dos conhecimentos acadêmicos. Assim, no bojo das disciplinas escolares, o processo de transformação de um conhecimento

¹ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

científico em escolar não seria absolutamente linear, mas configurar-se-ia como uma amálgama desses quatro princípios.

Goodson (2018), baseado em seus estudos sobre a história das disciplinas escolares, constrói a hipótese de que as condições que levam uma disciplina a surgir e/ou permanecer no currículo estão relacionadas a suas finalidades pedagógicas e utilitárias. No entanto, sua consolidação somente ocorre quando assume sua tradição acadêmica. Assim, a permanência de uma disciplina no currículo estaria relacionada com mecanismos que possam conferir a ela um caráter de cientificidade, que socialmente implica em um maior status do que questões pedagógicas e utilitárias (GOODSON, 2007). Ainda nos dizeres deste autor:

Além disso, os estudos históricos das matérias secundárias no currículo escolar britânico revelam uma mudança constante, partindo da marginalidade de status inferior no currículo, passando por um estágio utilitário e, finalmente, alcançando uma definição da matéria como disciplina, com um conjunto exato e rigoroso de conhecimentos (GOODSON, p. 120, 2018)

Em seus trabalhos, Goodson cita o caso de duas disciplinas que foram introduzidas no currículo britânico: “*Ciência das coisas comuns*” e “*Estudos ambientais*”. Inspirado no trabalho de David Layton ele argumenta que essas disciplinas não lograram êxito na permanência no currículo por apresentarem justamente um caráter mais utilitário, distante da sistematização do dito conhecimento científico. Ademais, elas não puderam compor o quadro de disciplinas cobradas nos exames de ingresso para o ensino superior na Inglaterra (GOODSON, 2007).

Diante deste cenário, delineamos a assunção de que esses processos de estabilização e permanência das disciplinas na organização curricular estão relacionados com a transformação do conhecimento científico em escolar, que é subjacente aos quatro princípios propostos por Lopes (2005) para se compreender a natureza da disciplina escolar.

Como mencionado alhures, essa transformação não é linear. Ela se desenrola sob as influências discutidas anteriormente e também sob a perspectiva da terceira e quarta proposições de Lopes (2005), mormente a terceira: “*um produto da recontextualização de discursos*”. Destacamo-la e a ressaltamos, pois os discursos sobre o conhecimento científico/acadêmico não são os mesmos que circundam o escolar, uma vez que eles atendem a finalidades distintas e abarcam diferentes sujeitos. Logo, eles se inserem em diferentes contextos e os movimentos de transformação envolvem mudanças de um contexto para o outro. Por conseguinte, eles são recontextualizados, dentro da lógica de um discurso pedagógico (BERNSTEIN *apud* MAINARDES e STREMELE, 2010):

Por meio da recontextualização, o discurso se desloca do seu contexto original de produção para outro contexto onde é modificado (através de seleção, simplificação, condensação e reelaboração) e relacionado com outros discursos e depois é relocado. (...) Portanto, o discurso pedagógico é um princípio que tira um discurso de sua prática e contexto de origem e reloca aquele discurso de acordo com seu próprio princípio de focalização e reordenamentos seletivos. (MAINARDES e STREMELE, 2010, p. 43)

Esse entendimento trazido pelos autores sobre o processo de *recontextualização*, de deslocamento de um contexto e realocação noutro, está ancorado nos trabalhos de Basil Bernstein. Esta ideia sobre recontextualização nasce à luz do conceito de dispositivo pedagógico desenvolvido por ele, oriundo de seus diversos trabalhos sobre a Educação, envolvendo questões sobre o currículo, sua organização e os conhecimentos subjacentes a ele.

No desenvolvimento desta teoria do dispositivo pedagógico, Bernstein elabora algumas regras que envolvem os diversos fatores que explicam a “pedagogização” de um conhecimento. Entre elas, está a recontextualizadora que caracterizaria o que ele chama de discurso pedagógico, que não se constitui como um discurso próprio em si. Este seria, de certa forma, um híbrido de outros dois discursos: o instrucional e o regulativo. O primeiro diz respeito ao conjunto de normas, métodos e conhecimentos relativos aos campos científicos que se pretende levar ao universo escolar; o segundo está relacionado com as finalidades mais amplas de se transmitir um conhecimento na escola, ou seja, que valores se pretende construir com determinados saberes. Dessa maneira, os textos que compõem esses dois discursos são retirados de seus contextos iniciais para constituir o discurso pedagógico, que por sua vez constitui um princípio recontextualizador.

A teoria do dispositivo pedagógico foi elaborada como um modelo para analisar o processo pelo qual uma disciplina ou um campo específico de conhecimento é transformado ou “pedagogizado” para constituir o conhecimento escolar, o currículo, conteúdos e relações a serem transmitidas. (MAINARDES e STREMELE, 2010, p. 41)

Sendo assim, elementos da disciplina acadêmica de referência podem se transformar como uma recontextualização de discursos e compor a respectiva disciplina escolar. Com base nos estudos de Goodson (2007, 2018), assumimos que a recontextualização de determinado discurso pode ocorrer no sentido de conferir um maior status acadêmico à disciplina escolar. Dessa forma, esse processo configuraria uma espécie de estratégia para a permanência dela no currículo.

Portanto, no bojo da constituição das disciplinas escolares e considerando o exposto, ratificamos nossa assunção de que essa transformação do conhecimento científico em escolar pode ser entendida como uma “*recontextualização de discursos*”. (MAINARDES e STREMELE, 2010).

A Física enquanto disciplina escolar

Dentre as produções envolvendo a Física e o campo da Educação, podemos destacar alguns estudos que mostram discursos sobre seus aspectos (SILVA, 2006; BARCELLOS, 2013; COSTA E BARROS, 2015). Estes versam, respectivamente, sobre a influência da comunidade de pesquisadores do ensino de Física na produção de políticas curriculares; as relações entre os saberes científicos e pedagógicos e as finalidades de um curso de Licenciatura em Física; e, por último, sobre questões e problemas acerca do ensino dessa disciplina escolar.

Essas pesquisas trazem conclusões e considerações que dialogam com a problemática inicialmente apresentada. A aparente desconexão da Física escolar

com elementos tangíveis é apontada por Costa e Barros (2015, p. 10982) quando dizem que “nas escolas, o ensino de física é fracamente vinculado ao laboratório e a situações concretas (...)”. Barcellos (2013, p. 217) acena que “É preciso rever a imagem de física e ciência veiculada nos cursos” e Silva também problematiza este caráter teórico, corroborando nossas discussões sobre a constituição das disciplinas escolares:

A tendência de persistir na comunidade disciplinar de ensino de física uma concepção propedêutica para o ensino médio, com prevalência para a escolha de conteúdos de ensino abstratos e acadêmicos, vai ao encontro do que foi observado por Goodson com relação ao processo de desenvolvimento e estabilidade das disciplinas no currículo escolar. (SILVA, 2006, p. 126)

Depreende-se dessas citações elementos que permitem elucidar a ideia de uma Física teórico-idealizada que se estabelece no contexto escolar. O distanciamento de atividades experimentais que possam mostrar a Física como parte da natureza e a ênfase em situações abstratas contribuem para a perspectiva de um conhecimento perfeitamente formatado, indiscutível, irrefutável e imutável.

Ora, se os saberes escolares se configuram estáticos, o conhecimento científico não o faz. A Física enquanto ciência se desenvolveu a partir de lacunas, erros, mudanças de paradigmas, buscando explicações e quantificando fenômenos observáveis da natureza. Os valores de grandezas e parâmetros da Física são obtidos a partir de medições experimentais que são realizadas em determinadas condições.

Essas características da Física acadêmica compõem discursos sobre concepções de ciência, sobre produções de verdades que são recontextualizados na constituição da respectiva disciplina escolar. Conforme os estudos de Goodson (2007;2018), o status e a permanência da disciplina no currículo dependem do quão maior for o caráter acadêmico dela. Assim, a recontextualização dos discursos científicos para a Física escolar se dá na medida em que se pode atribuir a ela um maior grau de cientificidade, de maneira que ela seja inquestionável e propicie uma descrição perfeita de fenômenos, sem erros e imprecisões.

São notáveis as situações ideias que exemplificam nossa argumentação: a desconsideração do atrito e da resistência do ar; fios retos, longos e infinitos no vácuo; máquinas ideais com rendimento de 100%; o estudo de movimentos uniformes. Estas são condições importantes para se entender o conhecimento físico. O que colocamos em voga é o papel delas na constituição de uma perspectiva de ciência ideal que contribui para a estabilização da Física na organização curricular, dentro de contextos e finalidades sociais específicos.

A forte tradição acadêmica da Física escolar

Este breve estudo nos indica a relevância do cunho acadêmico na constituição da disciplina escolar Física e suas relações com a perspectiva de uma ciência ideal. Nesse sentido, Braga, Guerra e Reis (2008) possibilitam um adensamento de nossas considerações ao discutirem a influência de livros didáticos franceses do século XIX no ensino de Física.

Considerando o contexto filosófico de surgimento da Física, a difusão dos trabalhos de Newton e outros na França no contexto do Iluminismo e Positivismo, a formação científica e em engenharia no bojo da revolução francesa e a influência desse país no campo acadêmico e educacional brasileiro, os autores analisam dois livros da primeira metade do século XIX: “o *Cours de Mécanique de Jean Marie Constant Duhamel (1797-1872)* e o *Cours de Physique de Gabriel Lamé (1795-1870)*, ambos ministrados na Escola Politécnica de Paris.” (BRAGA, GUERRA e REIS, 2008, p. 514).

Essas obras se relacionam, respectivamente com princípios do que se pode chamar de *Physique Générale* (Física Geral) e *Physique Particulière* (Física Particular), na classificação enciclopédica de Diderot. A primeira – *Curso de Mecânica* – trata de assuntos mais ligados a uma abordagem dedutiva, teórico-matemática, enquanto a segunda – *Curso de Física* – aos temas mais próximos das ciências naturais, com caráter empírico e indutivo. Apesar de algumas diferenças, ambas guardam relações com os preceitos do positivismo propalados por Augusto Comte, sobretudo a primeira.

Duhamel vê a Física como uma aplicação matemática, a ponto de denominar os físicos de geômetras. O primeiro ponto que chama atenção nesse texto é seu caráter dogmático. Os conceitos são apresentados como parte de uma estrutura que não admite questões. Não existem relatos sobre possíveis controvérsias que geraram esses conceitos. (BRAGA, GUERRA e REIS, 2008, p. 515)

O conjunto destes dois “manuais” com suas características sobre a forma em que a Física é apresentada constituem o que os autores denominam de “*concepção dogmática instrumental*” do ensino de Física. Ela seria apresentada como um conhecimento pronto em que a primazia é da descrição simples e matemática dos fenômenos, tal qual ainda se verifica no contexto da Física escolar (COSTA e BARROS, 2015). Assim, o caráter acadêmico dessa disciplina é marcante, o que contribui para a sua estabilização no currículo da escola básica.

Considerações Finais

Os argumentos que tecemos a partir dos trabalhos analisados indicam o quão presente é a perspectiva acadêmica na constituição da Física escolar. O artigo de Braga, Guerra e Reis (2008) é assertivo ao demonstrar a construção de um caráter dogmático do ensino de Física, considerando a influência da descrição isolada e matemática de fenômenos, negligenciando os aspectos próprios da Física como uma ciência da natureza, o que contribuiu para a consolidação da perspectiva que denominamos teórico-idealizada.

A Física escolar se delineia em consonância com a perspectiva de uma ciência ideal, sem erros, que descreve situações idealizadas com uma ênfase nos modelos matemáticos e desconsiderando características fundamentais do mundo natural. Essa perspectiva, recontextualizada do *modus operandi* da Física de produzir conhecimentos e entender a natureza, eleva o caráter acadêmico da disciplina escolar e conseqüentemente seu status no currículo, promovendo sua

estabilização e permanência, conforme Goodson aponta em seus estudos. A Física escolar já nasce assim muito próxima de um contexto acadêmico.

O conhecimento físico escolar é, portanto, herdeiro do modelo positivista de se ensinar ciência, o que contribui significativamente na constituição desta perspectiva recontextualizada de uma ciência infalível, ideal e perfeita que compõe o quadro sócio-histórico da disciplina escolar Física.

Referências

- BARCELLOS, Marcília Elis. *Conhecimento físico e currículo: problematizando a Licenciatura em Física*. 2013. 257f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação... Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRAGA, M., GUERRA, A., REIS, J. C. **O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de Física**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 3: p. 507-522, dez. 2008.
- BRASIL. Matriz de Referência para o Novo Enem, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, 2009.
- COSTA, L. G.; BARROS, M. A. O Ensino da Física no Brasil: problemas e desafios. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO., 12., 2015, Curitiba. Anais...Escola de Educação e Humanidades, PUCPR, 2015, p. 10980-10988
- GOODSON, I. **Currículo, narrativa e o futuro social**. Revista Brasileira de Educação v. 12 n. 35 maio/ago. 2007
- _____. **Currículo: Teoria e História**. 15ª edição. Petrópolis: Vozes, 2018.
- GOODSON, I.F. **Currículo, Narrativa Pessoal e Futuro Social**. Campinas: Editora da Unicamp, trad: Henrique Carvalho Calado, 2019.
- LOPES, A. C. **Discursos híbridos na disciplina escolar química**. *Revista Ciência e Educação*, v. 11, n.2, 2005
- _____. **Discursos nas Políticas de currículo**. Currículo sem fronteiras, v. 6, n. 2, p 33-52, Jul/Dez 2006
- _____, **Currículo e Epistemologia**. Ijuí, Editora Unijuí, 2007.
- LOPES, A. C. e MACEDO, E.. **Teorias de Currículo**. São Paulo, Cortez, 2011.
- MAINARDES, J.; STREMEL, S. **A teoria de Basil Bernstein e algumas de suas contribuições para as pesquisas sobre políticas educacionais e curriculares**. Revista Teias, v. 11, n. 22, maio/agosto, 2010.
- SILVA, Denys B. Rodrigues da. *A comunidade disciplinar de ensino de Física na produção de políticas de currículo*. 2006. 144f. Dissertação. (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DAS RADIAÇÕES α , β e γ E DA RADIOATIVIDADE EM COLEÇÕES DIDÁTICAS DE FÍSICA DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (2018-2020)

THE DIDACTIC TRANSPOSITION OF RADIATION α , β AND γ AND THE RADIOACTIVITY IN DIDACTICS COLLECTIONS OF THE BRAZILIAN NATIONAL PROGRAM OF TEXTBOOKS (2018-2020)

Alvaro Cesar da Silva Junior¹, Eric Delarco Bertoni¹, Leandro Londero²

¹Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rua Cristóvão Colombo 2265- Jardim Nazareth – CEP 15054-000 – São José do Rio Preto, SP. Brasil, alvaro2rp@gmail.com, ericdelarco.b@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube 14-01 – Vargem Limpa – CEP 17033360 – Bauru, SP, Brasil, Leandro.londero@unesp.br

Resumo

A teoria da Transposição Didática, de Yves Chevallard, trata-se de um estudo de como o saber é modificado entre os três contextos a que é formalizado, o saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado, desta forma, seu uso se faz possível no intuito de exercer a vigilância epistemológica sobre os conteúdos abordados em sala de aula. Neste trabalho, objetivamos analisar os conceitos das radiações α , β e λ e do fenômeno da Radioatividade, apresentados por uma obra do PNLD de 2018, à luz da teoria da Transposição Didática, com foco nos processos de descontextualização e despersonalização. A pesquisa foi realizada através de comparações entre a textualização apresentada pela obra e pelo saber sábio adotado. Encontramos que a coleção analisada apresenta seu conteúdo de forma textual, com pouca matemática, e estruturada através da tecnologia e de aspectos do cotidiano. Também notamos a presença de poucos cientistas, sendo relacionados às descobertas iniciais, em geral, pessoas de prestígio e detentores de prêmios. Julgamos que a obra apresenta o conteúdo de maneira analítica, individualista, aproblemática e acumulativa, aspectos deformadores da imagem da ciência.

Palavras-chave: Transposição Didática, radiações ionizantes, radioatividade, PNLD.

Abstract

The theory of didactic transposition, from Yves Chevallard, is a study of how the knowledge is modified between the three contexts to which it is formalized, the wise knowledge, knowledge how to teach and knowing taught, in this way, its use becomes possible in order to exercise the epistemological surveillance over the content approached in the classroom. In this work, we aim to analyze the concepts of α , β and λ radiation and the phenomenon of Radioactivity, presented by a 2018 PNLD collection, in the light of the didactic transposition theory, focusing on the processes of decontextualization and depersonalization. The research was made through comparisons between the textualization presented by the collection and the

wise knowledge adopted. Was found that the analyzed collection presents its content in a textual form, with few mathematics, and structured through technology and aspects of everyday life. We also realized the presence of a few scientists, being related to the initial discoveries, in general, people of prestige and holders of awards. We believe that the work presents the content in an analytical, individualistic, aproblematic and cumulative way, deforming aspects of the image of science.

Keywords: Didactic transposition, ionizing radiation, radioactivity, PNLD.

A teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard

A Teoria da Transposição Didática, desenvolvida inicialmente por Michel Verret, em 1975, e modificada posteriormente por Chevallard (1991), caracteriza-se pelo estudo das transformações ocorridas do saber sábio para o saber a ensinar e do saber a ensinar para o saber ensinado. Chevallard define o processo de Transposição Didática como:

“Um conteúdo do saber que tenha sido designado como saber a ensinar sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que faz de um objeto do saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado transposição didática”. (CHEVALLARD, 1991, p. 45)

Para que o saber sábio chegue ao nível de saber ensinado, a teoria de Chevallard aponta duas etapas da transposição. A primeira etapa é a transposição externa que é a passagem do saber sábio ao saber a ser ensinado. Nesta fase, o conhecimento é reorganizado de uma maneira lógica e atemporal, apresentando-se em diversos meios, como livros didáticos, programas de ensino, etc. A segunda etapa é a transposição interna que é a passagem do saber a ensinar para o que de fato será trabalhado em sala. Os responsáveis pela transposição dos saberes constituem a noosfera, sendo eles professores, pesquisadores, produtores de coleções didáticas, entre outros.

Em seu trabalho, Chevallard (1991) define os processos da transposição externa aqueles pelos quais os saberes são submetidos. Os processos que caracterizam a reconstrução textual do saber a ensinar são denominados: descontextualização, despersonalização, dessincretização, programabilidade e publicidade.

A descontextualização, de acordo com Errobidart e Gobara (2011), é o processo responsável por desvincular o saber dos problemas que lhe deram origem, desta maneira, o saber sábio antes intrinsecamente ligado ao contexto de origem, assume novo significado, passando a se ater às problemáticas presentes no contexto do ensino ao qual é destinado.

A despersonalização é definida por Chevallard (1991, p. 71), como “a dissociação entre o pensamento, expresso como subjetividade, e suas produções discursivas: o sujeito é expulso de suas produções”. Tanto a retirada das relações entre cientista e saber, quanto a exclusão de sua personalidade, são partes do processo de despersonalização.

A dessincretização refere-se ao processo de delimitação de saberes parciais, na qual cada divisão expressa um discurso autônomo, delimitando os

saberes que pertence propriamente ao campo de conhecimento (CHEVALLARD, 1991, p. 69).

A programabilidade é definida por Carvalho (2017, p. 42) como a ordenação lógica dos saberes. Por fim, Neves (2010, p. 7) define a publicidade como um elemento da Transposição Didática que tem como objetivo divulgar o saber, justificando o motivo do estudo de determinado conteúdo, com a devida divulgação de sua relevância.

Estes cinco processos tornam o saber escolarizável, a fim de ser textualizado para a realidade e aos interesses da noosfera. A partir destes fatores, faz-se necessário o exercício da vigilância epistemológica, realizada por professores e membros da academia, com objetivo de avaliar o produto da transposição que se constitui em sua forma final.

Objetivo, problema e questões de estudo

Com base na teoria da Transposição Didática, podemos exercer a vigilância epistemológica dos materiais didáticos impressos, uma vez que o conhecimento precisa ser transposto e os conteúdos trabalhados devem ser debatidos. Dessa maneira, investigamos como as radiações α , β e γ e o fenômeno da radioatividade foram transpostos para uma das coleções didáticas integrantes do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2018-2020). Buscamos responder o seguinte problema de pesquisa:

Como ocorreu a transposição do saber sábio relacionado as radiações α , β e γ e ao fenômeno da radioatividade para uma das coleções de física disponibilizadas pelo Programa Nacional do Livro Didático do governo federal brasileiro (2018-2020)?

As questões escolhidas como norteadoras da pesquisa foram: a) Quais os vestígios de processos norteadores da Transposição Didática (despersonalização e descontextualização) relacionados ao conteúdo são encontrados na obra? b) Podem ser encontrados, em meio a elaboração textual, elementos históricos e equações matemáticas? c) Nas obras analisadas são apresentadas imagens deformadas do trabalho científico?

Para respondermos nossas questões de pesquisa, realizamos algumas ações investigativas.

Desenvolvimento do estudo

Inicialmente, realizamos a leitura das coleções didáticas de física integrantes do PNLD (2018-2020) para verificarmos quais delas apresentavam discussões acerca das radiações α , β e γ e sobre o fenômeno da radioatividade.

Após, selecionamos a coleção a ser analisada. Para tanto, recorremos ao portal do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para verificarmos qual das coleções foi a mais solicitada pelas escolas cadastradas no programa. A coleção “Física” de Bonjorno et al. (2016) apresentou a maior procura entre as obras de Física do PNLD (2018-2020) e por isso foi escolhida para análise.

Em seguida, selecionamos a obra caracterizada como saber sábio, com intuito de realizarmos possíveis comparações. O livro escolhido foi “Becquerel e a descoberta da radioatividade: uma análise crítica”, escrito por Martins (2012). A

escolha se dá pelo fato de a obra apresentar toda a construção histórica do conteúdo da Radioatividade, além de remeter a originais de cientistas.

Por fim, realizamos a análise da Transposição Didática ocorrida. Para tanto, utilizamos a comparação entre os saberes estabelecidos, com base nos processos de despersonalização e descontextualização, buscando respostas às questões de estudo apresentadas.

Resultados e Discussão

A obra Bonjorno et al. (2016) organiza os assuntos a partir de uma estrutura principal, composta de textos e exercícios. A coleção faz uso de seções voltadas à complementação do conhecimento desenvolvido, intituladas “Pensando as Ciência”, “A História conta”, “Pense e Responda”, “Exercícios resolvidos”, “Exercícios propostos”, “Mais atividades” e “Experimento”, nas quais assumem funcionalidades específicas (BRASIL, 2017, p. 77).

A análise feita pelo Guia de Física do PNLD 2018-2020, aponta que a obra dá ênfase a aspectos quantitativos, e através de quadros complementares, apresenta aspectos da física do cotidiano. Ainda no guia, a coleção apresenta no início de cada unidade, uma introdução pautada de aspectos sociais, culturais e cotidianos dos estudantes, em um quadro denominado “Física ao nosso redor”.

Já na apresentação escrita pelos organizadores da obra, é possível notar concepções e aspectos que influenciam na textualização dos saberes. Os autores dissertam a respeito da importância da física, bem como das demais disciplinas científicas, pelo papel fundamental no desenvolvimento tecnológico, gerando conforto, praticidade e qualidade de vida. Ainda na apresentação, nota-se a importância dada à assuntos contextualizadores, como a utilização da história.

Apresentamos os conceitos físicos na sua linguagem própria, que dialoga com a Matemática, mas também de forma indissociada da história, da Química, da Biologia e aproximada do cotidiano (BONJORNO et al., 2016, p. 3).

Das apresentações realizadas, tanto pelo livro quanto pelo Guia, vê-se a importância em abordar assuntos relacionados à história da ciência. Entretanto, a apresentação destes tópicos é realizada através de quadros complementares, voltados aos docentes, e não vinculados ao texto principal que compõe a obra.

Os conteúdos relacionados ao fenômeno da radioatividade e às radiações α , β e γ , foram encontrados no volume 3 da coleção, em um total de 23 páginas, com exercícios e quadros complementares. Os tópicos evidenciados tratam sobre a radioatividade, fissão e fusão nuclear, produção de energia, radiações α , β e γ e aplicações tecnológicas.

Inicia-se na primeira seção do capítulo 13, com o tópico intitulado “Considerações Históricas”, o qual apresenta uma narrativa das pesquisas e das descobertas que impulsionaram o conhecimento sobre o tema e a maneira como é compreendido nos dias de hoje.

A radioatividade é introduzida como descoberta de Becquerel, no ano de 1896, por meio de seus trabalhos com sais de urânio. A obra credita ao cientista trabalhos sobre a penetrabilidade em alguns materiais e aspectos da natureza das radiações. Esta textualização, leva a concepção de que Becquerel foi o único

responsável por, além de descobrir a radioatividade, desenvolver a teoria completa acerca dos fenômenos.

A descoberta da radioatividade aconteceu em maio de 1896. O físico francês Antoine Becquerel apresentou à Academia de Ciências de Paris um documento em que relatou seus trabalhos com minérios que continham sais de urânio. Ele afirmou que esses compostos emitiam radiações que decompunham os sais de prata das chapas fotográficas, causando nelas escurecimento, mesmo quando estavam protegidas por papel opaco e em ambiente sem iluminação. Comentou, ainda, que essas radiações eram capazes de atravessar certos materiais como papel, alumínio, cartolina e outros. Becquerel verificou que essas radiações eram distintas do raio X. (BONJORNIO et al., 2018, p. 239).

Martins (2012, p. 225) apresenta os erros cometidos por Becquerel, ao estudar o fenômeno da radioatividade e suas propriedades. De acordo com esse historiador, o cientista cometeu diversos equívocos, relacionadas a reflexão, refração, polarização e aumento por estímulo luminoso da radioatividade. Estes erros foram corrigidos com o passar do tempo, por meio de trabalhos de outros cientistas da época.

Vê-se que, as questões de estudo que levaram Becquerel ao estudo da radioatividade, não são mencionadas na obra do PNLD. Este fato é um vestígio do processo de descontextualização, tal como explicitado por Chevillard (1991), uma vez que os problemas que deram origem ao contexto da descoberta não são evidenciados, restringindo-se a menções que relacionam fatores conceituais a determinadas figuras científicas.

Em seguida, a obra didática apresenta Marie e Pierre Curie, com seus trabalhos referentes aos materiais radioativos e a descoberta da radiação do Tório, tal como dos elementos Rádio e Polônio. Além da descoberta dos novos elementos, os cientistas são ditos responsáveis pelos estudos que levaram à compreensão da ionização de gases pela radioatividade.

Ao final de 1897, a polonesa radicada em Paris, Marie Salomea Sklodowska (1867-1934), licenciada em Ciências Físicas (1893) e Ciências Matemáticas (1894), ficou impressionada com a descoberta de Becquerel e iniciou com Pierre Curie (1859-1906) um imenso e exaustivo trabalho de investigação sobre essa radiação. [...] Os dois cientistas conseguiram separar dois novos elementos químicos, que receberam o nome de polônio e de rádio. (BONJORNIO et al., 2018, p. 239).

O casal Curie verificou que as emissões originadas nos elementos radioativos, além de impressionar chapas fotográficas e atravessar certas espessuras de materiais, também causavam ionização de gases do próprio ar e provocavam cintilações ao atingirem certas substâncias, como o sulfeto de zinco (ZnS). (BONJORNIO et al., 2018, p. 240).

A textualização da obra parece indicar que os trabalhos de Marie Curie teriam sido realizados em consequência exclusivamente das pesquisas de Becquerel. Esse processo de descontextualização ignora outras pesquisas realizadas na época. Entre os trabalhos de Becquerel e Marie Curie, período de pouco mais de um ano, estudos importantes foram realizados quanto à radioatividade e suas propriedades, os quais não são apresentados na obra. É observável que as contribuições de Marie não são reduzidas à descoberta de novos elementos, uma vez que apresenta o estudo relacionado à ionização de gases.

Na sequência, a obra apresenta Ernest Rutherford, responsável por estudar os três tipos de radiações α , β , γ e a penetrabilidade de cada uma delas. Não é retratada a metodologia das pesquisas, tampouco a relação com o pesquisador.

Estudos realizados por Ernest Rutherford (1871-1937), físico e químico neozelandês, a partir de 1898, comprovam que as emissões eram na verdade formadas por três tipos de radiações, que receberam o nome de raios ou radiações alfa (α), beta (β) e gama (γ). Essa classificação foi determinada pelo poder de penetração de cada uma delas. (BONJORNIO et al., 2018, p. 240).

O restante do tópico é voltado a explicar a natureza e as propriedades das radiações α , β e γ . A textualização destes saberes é feita ligada aos conceitos físicos e pouco pode ser observado quanto ao contexto histórico.

Em meio ao conteúdo que aborda os radioisótopos, a obra apresenta uma subseção denominada aplicações, na qual são abordados os benefícios e malefícios das tecnologias provenientes das radiações ionizantes, como o uso bélico, a interação da radiação com o tecido orgânico, os diagnósticos e tratamentos de câncer, as radioterapias, a esterilização de alimentos e a datação por carbono.

Por fim, são apresentados os conceitos de fissão e fusão nuclear, além das usinas nucleares e o problema dos lixos radioativos. Neste momento, evidenciamos uma pequena contextualização histórica inicial, no intuito de caracterizar amplamente o foco das pesquisas da época.

Pouco antes da Segunda Guerra Mundial, já se previa que o bombardeamento de núcleos atômicos instáveis, como o do urânio e plutônio, poderia resultar em uma cisão do átomo em dois núcleos mais leves, além de dois ou três nêutrons e uma enorme quantidade de energia. A comprovação disso se deu no primeiro teste realizado com a bomba atômica no Novo México, Estados Unidos, em 1945. (BONJORNIO et al., 2018, p. 253).

No decorrer da obra são apresentados diversos conteúdos de maneira totalmente descontextualizada, são exemplos: transmutação, radioisótopos, meia-vida, aplicações, fissão nuclear, fusão nuclear, energia nuclear e lixo atômico.

Entretanto, em alguns tópicos a textualização do saber caracteriza-se de maneira a dispor, inicialmente, discussões acerca das considerações históricas que rodeiam os conteúdos. Devemos dizer, portanto, que a descontextualização ocorre de maneira parcial, por dispor elementos da história da ciência de uma maneira introdutória, com poucas informações, sendo palco para as discussões acerca dos conceitos físicos apresentados.

Por outro lado, a obra apresenta em toda sua extensão tópicos referentes às aplicações do tema das radiações ionizantes, como as tecnologias geradas ou impactos causados pela natureza dos raios. De maneira semelhante ao descrito na apresentação da obra, constatamos que a coleção optou por dar significado essencial ao desenvolvimento tecnológico nas discussões sobre radiações ionizantes.

Em diversos trechos, foi possível evidenciar o uso de equações e fórmulas químicas relacionadas aos conteúdos abordados. O tema que mais faz uso da ferramenta matemática é a meia-vida, no qual os autores utilizam de gráficos e equações voltadas ao tempo de atividade dos elementos radioativos. Quanto aos exercícios propostos e resolvidos, eles estão presentes, tanto de maneira quantitativa quanto qualitativa, dependendo do tema que está sendo abordado.

No que diz respeito à despersonalização, pouco é trabalhado sobre as motivações dos cientistas e suas influências na construção do saber, destacamos no quadro 1 os pesquisadores mencionados ao longo da textualização da obra, com suas respectivas contribuições.

Quadro 1 - Cientistas evidenciados na obra analisada e suas respectivas contribuições.

Nº de Ordem	Cientista	Contribuição
01	Wilhelm Röntgen	Descoberta e nomeação dos raios X
02	Antoine Becquerel	Descoberta da radioatividade, verificação da distinção com os raios X
03	Marie Curie e Pierre Curie	Estudo sobre radioatividade como consequência dos trabalhos de Becquerel, constatação da radiação do tório e descoberta do polônio e do rádio, descoberta da ionização dos gases
04	Ernest Rutherford	Descoberta das radiações α , β e γ , estudo quanto a penetrabilidade das radiações, responsável pela primeira transmutação artificial

Quando comparados os cientistas mencionados na obra do PNLD com aqueles apresentados por Martins (2012), notamos que de fato ocorre a despersonalização completa da obra. São totalmente afastados da textualização nomes que impulsionaram pesquisas relacionadas à natureza das radiações ionizantes como, por exemplo, Jean Perrin, Charles Henry, Gaston Henri Niewenglowski, Gerhard Schimdt, Abel Niépce de Saint-Victor, entre vários outros. Para essa afirmação, amparamo-nos na definição de despersonalização explicitada por Chevallard (1991). Segundo ele, a despersonalização é caracterizada pela

“dissociação entre o pensamento, expresso como subjetividade, e suas produções discursivas: o sujeito é expulso de suas produções” (p. 71)

É notório que a obra escolhe por destacar cientistas relacionados à descoberta dos fenômenos, detentores de grande prestígio acadêmico, ocultando contribuições relacionadas ao estudo da natureza das radiações. Com isso, o leitor poderá concluir que a física das radiações ionizantes, tal como conhecemos hoje, foi constituída por um pequeno e seletivo grupo de pesquisadores.

Considerações Finais

O fenômeno da radiatividade e o estudo das radiações α , β e γ está presente na obra de Bonjorno et al. (2016), ao final terceiro volume da coleção, em meio a unidade voltada a tópicos de física moderna, destinando o estudo aos anos finais do ensino médio.

Vestígios do processo de descontextualização podem ser encontrados na obra. O saber a ensinar sofre ressignificação para o campo das aplicações e dos desenvolvimentos tecnológicos proporcionados ao longo dos anos, contando com diversas páginas voltadas às tecnologias desenvolvidas ou aos impactos causados pelas pesquisas sobre a radioatividade. Ainda, em sua textualização, ocorre um distanciamento das ferramentas matemáticas originais, com ênfase em gráficos e equações, assim como exercícios quantitativos.

Podemos dizer que os conteúdos que analisamos sofrem parcialmente o processo de descontextualização, em seguida, são textualizados a fim de incluir aspectos relacionados à tecnologia e ao cotidiano, citando apenas momentos relativos aos desdobramentos ocorridos nas pesquisas iniciais. Essa característica

afasta elementos históricos, utilizados de maneira introdutória, ficando a cargo do professor complementar as informações apresentadas.

A despersonalização é facilmente evidenciada. Diversos cientistas, relacionados aos estudos da natureza da radioatividade são ignorados na coleção. A obra escolheu por apresentar apenas os cientistas relacionados às primeiras observações do fenômeno, os quais são, em geral, ganhadores de prêmios Nobel. Mesmo assim, os contextos pessoais daqueles mencionados são pouco referenciados, como por exemplo as motivações e influências na pesquisa. A obra ignora uma quantidade significativa de pesquisadores que contribuíram com a construção do saber sábio de referência. Isso gera, na perspectiva da teoria de Chevallard (1991), a despersonalização.

Portanto, pensamos que a transposição ocorrida na obra transforma o contexto original do saber sábio, atribuindo à textualização do saber a ensinar elementos tecnológicos e relacionados ao cotidiano, em detrimento de informações relacionadas ao contexto histórico conhecido.

Este processo, como posto por Pérez et al. (2001), parece descaracterizar a imagem da ciência, uma vez que ela é apresentada de maneira analítica e individualista, por meio de grandes descobertas realizadas por poucos indivíduos, aproblemática, por não trabalhar os problemas de origem, e acumulativa, por se construir por meio da somatória das descobertas.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Proc. nº 2018/21823-9) pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

Referências

BONJORNO, J. R. et al. **Física**. 3 ed. São Paulo: FTD, 2016. v. 1, 2, 3.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

CARVALHO, P. S. **Textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências: uma análise à luz da teoria da transposição didática**. 2017. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2017.

CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné**. Paris: La pensée Sauvage, 1991.

ERROBIDART, N. C. G.; GOBARA, S. T. A descontextualização das experiências de tiros alternados em livros didáticos de física. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, VIII, Campinas/SP: 2011.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153. 2001.

MARTINS, R. A. **Becquerel e a descoberta da radioatividade: uma análise crítica**. Campina Grande: EDUEPB/Livraria da Física. 2012.

NEVES, K. C. R.; BARROS, R. M. O. Diferentes Olhares Acerca da Transposição Didática. **Investigação de ensino em ciências**. v. 16, n. 1, p. 103-115, 2011.

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA: TRABALHOS VOLTADOS A TEMAS CONTEMPORÂNEOS

THEMATIC APPROACH IN THE PHYSICS TEACHING: STUDIES ABOUT CONTEMPORARY THEMES

Gislena Maria Duarte Rosa¹, Karine Raquiel Halmenschlager²

¹UFSC/PPGECT/gislenafisica@gmail.com

²UFSC/PPGECT/karinehl@hotmail.com

Resumo

Na busca por um ensino de ciências/física mais próximo do cotidiano dos estudantes e de questões emergentes da sociedade, este trabalho tem por objetivo apresentar elementos que contribuam para se compreender o que a área de pesquisa em ensino de física vem chamando de tema contemporâneo. Para isso, fizemos uma revisão nas atas do XVII evento do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), realizado em 2018, do qual foram selecionados 15 trabalhos. A análise dos estudos envolveu a identificação dos seguintes aspectos: (a) o contexto em que os termos “contemporâneo” e “atual” eram usados, bem como as relações estabelecidas com a ideia de tema/temática; (b) as temáticas mencionadas nos estudos e a natureza delas; e (c) os níveis de ensino contemplados. Entre os resultados, destacamos dois aspectos que consideramos exemplificar melhor o termo contemporâneo dentro do nosso campo de busca: o contemporâneo contextualizado no cotidiano e a compreensão do contemporâneo atrelado à tecnologia.

Palavras-chave: Contemporâneo. Abordagem de Temas. Ensino de Física.

Abstract

In the search for a science/physics teaching close of the students daily subjects and the emerging issues of the society, this work has the purpose to show elements that contribute to understanding what the area of the research in physics teaching have been calling by the contemporary thematic. For this, we were done a review in the publications of the XVII event of the research meeting in physics teaching (EPEF), realized in the 2018, in which 15 works were selected. The analysis of the studies involved the identification of the following aspects: (a) the context where the terms “contemporary” and “current” were used as well as the relationships with the theme/thematic idea; (b) the thematic mentioned in the studies and the nature of them; and (c) the levels of education approached. From the results, we highlight two aspects that we consider exemplify better the contemporary term inside on our research field: the contemporary contextualized in the daily subjects and the comprehension of the contemporary linked to the technology.

Keywords: Contemporary. Themes Approach. Physics Teaching.

Introdução

Diante da intenção de levar para a sala de aula um ensino de ciências/física mais próximo da realidade, diversos fatores devem ser considerados. A literatura na área de ensino de física traz discussões que visam ressaltar as maiores dificuldades encontradas pelos docentes, a fim de promover reflexões que possam contribuir para um ensino mais significativo na vida dos estudantes. Segundo Moreira (2018), o ensino de física vem sofrendo uma crise no que diz respeito à educação básica e ao ensino superior. Problemas como a falta de reconhecimento da carreira docente, carga horária semanal muito alta, a busca de respostas exatas em questões descontextualizadas são alguns pontos levantados que somam nas dificuldades da educação básica. Além disso, o referido autor também sinaliza que o ensino superior é demasiadamente apegado ao ensino tradicional, os estudantes “só querem passar e usar a regra matéria passada é matéria esquecida” (MOREIRA, 2018). Isso pode implicar, em nossa compreensão, na ausência de discussões acerca de questões emergentes e contemporâneas em sala de aula, nos diferentes níveis de ensino.

Neste contexto, é importante a promoção de estratégias curriculares e metodológicas que contribuam para o enfrentamento de parte das dificuldades apontadas por Moreira (2018), a exemplo da superação do ensino tradicional, e que também colaborem para o debate de temáticas contemporâneas. Considerando isso, quando se tem como objetivo levar mais significado as aulas de física, a partir da articulação entre conteúdos escolares e elementos da realidade, um ensino balizado por temas pode contribuir no que diz respeito à metodologia e a possibilidade de reconfigurar o currículo escolar, como indicam diversos estudos (HALMENSCHLAGER, 2011; HALMENSCHLAGER, DELIZOICOV, 2017; SOUZA et al., 2014). Não obstante, nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002), por exemplo, encontramos elementos, vinculados ao que denominam de Temas Estruturadores, que nos proporcionam a possibilidade de “pensar” propostas de ensino balizadas em temáticas.

Entre as perspectivas de ensino pautadas em temáticas já levantadas pelos pesquisadores da área de ensino de ciências/física, temos a Abordagem Temática Freireana (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007), movimentos de currículos balizados nos pressupostos do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) (SANTOS, 2007), a Situações de Estudo (MALDANER, ZANON, 2001), Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (MUCHENSKI et al, 2016) e Projetos Temáticos (PERREIRA; CAMPOS; SILVA, 2017). Todas essas perspectivas estabelecem relações, em diferentes níveis de acordo com o referencial adotado, entre a conceituação científica e as temáticas estudadas e podem estar potencializando, de algum modo, a discussão de temas contemporâneos, apesar de, em geral, não explicitarem nitidamente essa preocupação.

Desta forma, apesar da inserção de “temas contemporâneos” contemplar a área denominada de Física Moderna e Contemporânea (FMC), consideramos relevante a inclusão nos programas escolares de questões/temas contemporâneos, para além daquilo que se denomina tradicionalmente, nos manuais de Física, de FMC. Essa inserção potencializa a aproximação, no currículo escolar, entre conceituação científica e temáticas que envolvem o que estamos vivendo no momento e compartilhando com nossos pares. Para isso, buscamos mapear o que a área de ensino de física está chamando de tema contemporâneo e discutir de maneira sucinta aspectos como as

temáticas enfocadas, os níveis de ensino contemplados, entre outras características que podem colaborar para construção de uma visão mais ampla acerca do nosso objeto de estudo.

Metodologia

Com o objetivo de mapear o que a pesquisa em ensino de física vem considerando como tema “contemporâneo” realizamos uma busca de caráter exploratório nas atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) referente ao evento realizado no ano de 2018. Outras edições do evento não foram consideradas porque acreditamos que o último evento possa refletir as compreensões mais atuais do termo¹ e também pela necessidade de estabelecermos um recorte analítico. O primeiro olhar ficou voltado para os trabalhos que trazem um título relacionado à Abordagem Temática/Abordagem de temas ou a algo que remetesse a contemporâneo, sendo considerados também tópicos relativos à Física Moderna e a Física Moderna e Contemporânea. Em continuidade, foi dado um olhar ao resumo e as palavras chaves, a fim de encontrar relações com o nosso objetivo inicial.

Em seguida, foi utilizada a ferramenta buscador (control + F) com o intuito de localizar no texto os termos “contemp” e “atua”, ou seja, para verificarmos se no decorrer do trabalho havia menção ao termo contemporâneo ou atual e seus pormenores. A intenção era identificar algum nível de relação entre a ideia de abordagem temática - ou temas específicos como “aquecimento global”, questões sociocientíficas, controvérsias, física moderna, física moderna e contemporânea, tópicos dos conteúdos de física moderna e contemporânea - com tema contemporâneo.

Foram selecionados 15 trabalhos, relacionados no quadro 1, dentro das áreas abordadas pelo EPEF, subdivididas como: formação e prática profissional de professores de física; aprendizagem em física; filosofia, história e sociologia da ciência e o ensino de física; linguagem e cognição no ensino de física; didática, currículo e avaliação no ensino de física; divulgação e comunicação de física em espaços formais e não formais; tecnologia da informação, difusão tecnológica e o ensino de física; políticas públicas e o ensino de física; questões teóricas metodológicas da pesquisa em ensino de física; e ciência, tecnologia e sociedade no ensino de física.

Quadro 1: Relação entre as referências do trabalho e códigos estabelecidos pelos autores.

Referências	Código
PAULO NETO, J.G.; VIEIRA, A.N.O.; SIQUEIRA, M.C.A.; BARROS, B.S.M. Física moderna e contemporânea no ensino médio: preferências e aspirações discentes. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	A
LIMA, N.W.; NASCIMENTO, M.M.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C.J.H. Epistemologia e o Problema do Discurso Citado em um Livro Didático: Análise Metalinguística de um Enunciado de Física Quântica. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	B
MACHADO, T.L.D.; CORRÊA, H.P.S. Ensino investigativo sobre radiação de corpo negro. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	C
FIGUEIRA, M.J.S.; NARDI, R.; CORTELA, B.S.C. Um estudo sobre a incorporação de práticas argumentativas sobre questões sociocientíficas na formação inicial de	D

¹ Posteriormente, a análise será ampliada para outras edições do evento.

professores de física. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	
DENARDIN, L.; ROCHA FILHO, J.B.; HARRES, J.B.S. A abordagem da física moderna e contemporânea por professores após a interação com cientistas de um centro de pesquisa avançada. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	E
GARCIA, L.V.S.; KAWAMURA, M.R.D. A física moderna e contemporânea nos currículos atuais no ensino superior de física. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	F
TERRA, C.N.; MEGID NETO, J. Um estudo dos trabalhos de revisão bibliográfica sobre a inserção da física moderna e contemporânea na educação básica. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	G
MENDES, L.G.; NOSSA, I.M.; LONDERO, L. As pesquisas sobre o ensino da física das radiações ionizantes: um estudo baseado em atas de congressos científicos. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	H
COSTA, I.F.; PEREIRA, B.B. Uma proposta de abordagem temática para o ensino de física: a produção de resíduos em aterros sanitários e a intensificação do efeito estufa. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	I
SILVA, D.R.; SALES, C.; PEREIRA, B.B. Uma proposta de abordagem temática envolvendo relatividade e GPS: aspectos da natureza da ciência e relação ciência e tecnologia. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	J
FORMENTON, R.; ARAÚJO, M.S.T. Utilização do enfoque CTS no desenvolvimento da visão AST no ensino médio profissionalizante. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	L
BORTOLETTO, A. O potencial das questões sociocientíficas no ensino de ciências para formação da vontade política. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	M
VALADARES, J.M.; SÁ, E.F. Reflexões sobre planejamento de estágio na educação do campo. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	N
SOUZA, R.S.; SILVA, I.L.; TEIXEIRA, E.S. Análise do conteúdo das ementas das disciplinas relacionadas à mecânica quântica. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	O
MENDES, L.G.; NOSSA, I.M.; LONDERO, L. Análise do potencial pedagógico das notícias científicas sobre radiações ionizantes: o caso da folha de São Paulo. Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) . Campos do Jordão (SP), 2018.	P

Fonte: os próprios autores, (2020)

Após a seleção dos estudos, foi realizada uma leitura geral dos trabalhos com o objetivo de identificar: (a) o contexto em que os termos “contemporâneo” e “atual” eram usados, bem como as relações estabelecidas com a ideia de tema/temática; (b) as temáticas mencionadas nos estudos; e (c) os níveis de ensino contemplados. Assim, a discussão dos resultados da pesquisa, apresentados na sequência, contemplam esses elementos.

Resultados

A partir da análise dos estudos selecionados foi possível, em um primeiro momento, identificar elementos que possibilitem compreender como o termo

“contemporâneo” está inserido, em geral, no contexto de ensino de Física. Dessa forma, é possível destacar a ideia de *contemporâneo contextualizado no cotidiano* e a *compreensão das tecnologias atreladas ao contemporâneo*. Assim, no que diz respeito ao primeiro aspecto, *O Contemporâneo contextualizado no cotidiano*, o mesmo está vinculado à necessidade de se criar no contexto escolar um maior significado para o ensino de ciências. Sob essa perspectiva, a busca por temas que estão direcionados a um assunto relevante no momento ou até mesmo a conteúdos mais recentes da física, como é o caso da FMC, podem vir a ser tratados como uma maneira de contextualizar o programa de ensino. Como pode ser observado no seguinte trecho:

O conhecimento é uma produção cultural e a abordagem da FMC amplia a relevância do estudo da física na educação básica. (E, p.6).

Outra questão que podemos levantar relacionado à ideia de contemporâneo contextualizado no cotidiano seria a busca por possibilidade de pensar em uma reconfiguração curricular em que a abordagem de temas mais atuais ou contemporâneos seja uma das alternativas relevantes:

A inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio vem se consolidando, nos últimos anos, como uma forte tendência de renovação curricular. (F, p.2)

Esse pensamento sustenta a compreensão da necessidade que a pesquisa e, por consequência, a escola vem consolidando no que diz respeito à atualização de conteúdos, que por vezes se apresentam demasiadamente afastados daquilo que nossos estudantes entendem pelo mundo que os cerca.

Em relação à formação inicial, há estudos que argumentam sobre a importância de se pensar no futuro professor como alguém apto a levar tais conteúdos ditos “atuais” e “contemporâneos” para o ensino médio.

Espera-se formar um profissional que, apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados em física, seja capaz de abordar e tratar de diversos temas, estando sempre preocupado em buscar novas formas de saber e do fazer científico. (O, p. 3).

A Compreensão das Tecnologias atrelada ao Contemporâneo, por sua vez, emerge da necessidade encontrada do fazer entender da tecnologia que atualmente utilizamos em nossa vida cotidiana. Nesse sentido, alguns estudos destacam as potencialidades de discussões envolvendo FMC para a discussão de aspectos alinhados com os propósitos da educação CTS, conforme exemplificado nos trechos a seguir:

Também foi possível perceber como os alunos foram construindo as relações entre a ciência e as tecnologias. (J, p. 1).

Esta proposta didático-pedagógica favoreceu a livre manifestação dos alunos e os colocou em posição central no processo de novos conhecimentos, valores e atitudes condizentes com as demandas da atual sociedade. (L, p.6, 7).

Identificamos, também, os temas mencionados nos trabalhos e o nível de ensino, conforme ilustra o quadro 2.

Quadro 2: Temáticas e nível de ensino contemplados nos estudos selecionados.

Código	Temática	Nível de Ensino
A	Relacionado com tópicos da FMC (Relatividade Especial; Relatividade Geral; Radioatividade; Big Bang; Buracos Negros; Astronomia; Física Quântica; Física Nuclear)	Ensino Médio
B	Relacionado com a FMC, especificamente com tópicos da Física Quântica	Pesquisa em livro para o ensino superior

C	Estrelas	Ensino Médio
D	Plano nuclear Brasileiro	Formação Inicial
E	Relacionado com tópicos da FMC	Pesquisa na formação continuada
F	Relacionado com tópicos da FMC	Pesquisa na formação inicial
G	Relacionado com tópicos da FMC; Cosmologia e Astrofísica	Pesquisa direcionada a educação básica
H	Física das Radiações Ionizantes	Pesquisa (levantamento/estado da arte)
I	Produção de Resíduos Sólidos e a intensificação do Efeito Estufa	Ensino Médio
J	Teoria da Relatividade aplicado à tecnologia do GPS	Ensino Médio
L	Automóveis e os Motores a Combustão	Pesquisa para no ensino profissionalizante
M	Relacionado com Questões Sociocientíficas	Pesquisa para as salas de aula em geral
N	Teorias sobre a Evolução dos seres vivos; Eletricidade em nossas casas; A produção e conservação de alimentos e a proposta para outros temas livres	Formação Inicial
O	Relacionado com tópicos de FMC, especificamente mecânica quântica	Ensino Superior
P	Relacionado a FMC, especificamente Radiações Ionizantes	Educação Básica

Fonte: os próprios autores (2020)

Podemos observar, a partir dos dados explicitados no quadro 2, que muitos trabalhos estão destinados ao nível de ensino que corresponde à formação inicial de professores de física ou até mesmo na formação continuada, como é o caso do trabalho (E), que relata as implicações no dia a dia de professores de física que participaram da escola de física do CERN e como essa formação mudou a concepção dos professores ao lecionar conteúdos mais próximos da Física Moderna e Contemporânea. Outro exemplo seria o trabalho (P), que busca estudar a ementa de alguns cursos selecionados e analisar o percentual de mecânica quântica que é oferecido aos estudantes em formação inicial que, por consequência, abrange a educação básica.

É dentro desse viés que buscamos entender o que a pesquisa em ensino de física em geral está compreendendo por contemporâneo: será que contemporâneo são os conteúdos designados pela própria FMC? Ou há uma compreensão mais ampla para o termo, que possa vir a ser composto por temas mais gerais, que podem impactar diretamente em questões sociais? Compreendemos, neste estudo, a importância de se abordar temas, em sala de aula, que possam levar os estudantes a refletirem sobre a sua própria situação no mundo e por assim dizer que possa nos aproximar de concepção de educação dialógica e problematizadora, em sintonia com o que Freire (1987) defende. Nesse contexto, a natureza do tema e os critérios de seleção dos mesmos são dois aspectos que merecem atenção, em nossa compreensão, no processo de elaboração e desenvolvimento de propostas pautadas em temas contemporâneos.

Em relação à natureza do tema, Halmenschlager e Delizoicov (2017) consideram duas possibilidades, sendo estas a natureza do tema conceitual ou a contextual. Dessa

maneira, destacamos que parte dos estudos (A; B; E; F; G; H; J; O; P) contemplam aspectos conceituais relacionados à inserção de FMC no âmbito do ensino de Física, em diferentes níveis de ensino. Halmenschlager e Delizoicov (2017) denominam de natureza conceitual quando a temática contempla, elementos relacionados, de forma exclusiva, “[...] com a conceituação científica, e eventual uso dela, a título de exemplificação, em situações da vivência do aluno, sendo a temática expressa a partir de determinado conceito ou de articulações entre diferentes conceitos” (HALMENSCHLAGER, DELIZOICOV, 2017, p. 3).

Alguns trabalhos, entretanto, envolvem temáticas que se distanciaram do que comumente designamos por FMC ou abordam esses conceitos de maneira que os mesmos estejam vinculados a questões mais amplas, como é o caso do trabalho (C), em que o conceito de radiação de corpo negro é abordado, mas parte de um tema chamado de “Estrelas”. Podemos considerar também as temáticas que estão mais próximas de problemas do cotidiano do aluno, como é o caso do trabalho (I), intitulado “Uma Proposta de Abordagem Temática para o Ensino de Física: a produção de resíduos em aterros sanitários e a intensificação do efeito estufa”, que além de tentar compreender como os alunos relacionam os conteúdos de física com o tema escolhido, evidencia a questão social de buscar conscientizar os alunos acerca do descarte do lixo e seus impactos ambientais que, por conseguinte, impactam em um tema constantemente mencionado pela mídia e redes sociais: o “efeito estufa”. Outro caso de tema contemporâneo mais aberto é do trabalho (P), que ressalta as notícias sobre radiação ionizante encontradas na folha de São de Paulo, ou seja, um caso no qual um acontecimento relacionado à FMC é levado para a grande mídia e repercute em questões mais gerais, como na discussão do acidente de Fukushima em 2011. Nestes casos, os temas contemplam a dimensão contextual, que pode ser caracterizada como aquela que engloba “[...] fenômenos naturais ou tecnológicos, situações representativas de determinado contexto geopolítico, situações problemas e contradições (FREIRE, 1987), questões ambientais” (HALMENSCHLAGER, DELIZOICOV, 2017, p. 3).

Considerações Finais

Na busca por um ensino de ciências/física que contemple questões atuais da sociedade e, por decorrência, o torne mais significativo para os estudantes, pensamos no hoje, em questões mais recentes, no contemporâneo. Diante dessa ideia, conseguimos identificar os trabalhos mais recentes e voltar o olhar para os temas que estão sendo levantados e se eles possuem um caráter mais voltado a aspectos contextuais ou aos conceitos da disciplina. Dessa maneira, conseguimos perceber que a maior parte dos estudos que usam os termos “contemporâneo” e/ou “atual” contemplam elementos mais conceituais, sendo que os tópicos de FMC acabam por parecer uma alternativa de tornar a aula e/ou o currículo mais atual. Em consequência, é possível sinalizar que, nos estudos analisados, a abordagem de questões contemporâneas se dá, basicamente, de maneira: (i) Diretamente conceitual: quando o(s) próprio(s) conceitos são inseridos com o objetivo de aproximar a física ao que entendemos por contemporâneo e atual; (ii) Indiretamente conceitual: em que os conteúdos estão ligados a um tema que leva a eles ou de modo que o próprio conteúdo é mencionado como um tema. Em menor escala, encontramos os temas mais abrangentes que acabam por contemplar características mais sociais e relevantes para o bem comum.

Consideramos relevante, contudo, pensar em uma perspectiva temática contemporânea e, por conseguinte, levantar aspectos que possam tornar o termo mais amplo, por meio dos elementos que emergiram da análise dos trabalhos selecionados,

como as potencialidades de temáticas contemporâneas para a abordagem das relações CTS em sala de aula. Desta forma, compreendemos como necessário ampliarmos a compreensão do termo como uma ferramenta para auxiliar na promoção de propostas de ensino comprometidas com uma perspectiva dialógica e problematizadora (FREIRE, 1987; DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007), voltadas para a identificação e entendimento de demandas cotidianas que possam contribuir para a formação de uma pessoa mais crítica e reflexiva sobre a realidade na qual a sociedade está envolvida.

Referências

- BRASIL. PCN + Ensino Médio. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.C.A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2007.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- HALMENSCHAGER, K.R. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Algumas Possibilidades. **Vivências**: Revista Eletrônica de Extensão da URI. v. 7, n.13: p.10-21, outubro, 2011.
- HALMENSCHLAGER, K.R.; DELIZOICOV, D. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Caracterização de Propostas Destinadas ao Ensino Médio. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v.10, n.2, p. 305-330, novembro, 2017.
- MALDANER, O.A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. **Espaços da Escola**, Ijuí: Ed. Unijuí, v.1, n. 41, p. 45- 60, jul./set. 2001.
- MOREIRA, M.A. **Uma Análise Crítica do Ensino de Física**. Est.av. v.32. n.94. São Paulo, set./dez. 2018.
- MUCHENSKI, J.C.; KLIPAN, C.G.; KOPS, C.R.R.; MIQUELIN, A.F. **Construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em Torno da Tela de Joseph Wright: “Experimento com um Pássaro numa Bomba de Ar”**. V Simpósio de Ensino de Ciência e Tecnologia. 2016.
- PEREIRA, B.B.; CAMPOS, F.C.C.; SILVA, L.F. **Projetos Temáticos e Ensino de Física**: um estudo a partir de um trabalho realizado na educação básica. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2017, Florianópolis.
- SANTOS, W.L.P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**. v. 1, número especial, novembro de 2007.
- SOUZA, P.S.; BASTOS, A.P.S.; FIGUEIREDO, P.S.; GEHLEN, S.T. Investigação Temática no Contexto do Ensino de Ciências: Relações entre a Abordagem Temática Freireana e a Práxis via Tema Gerador. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v.7, n.2, p.155-177, novembro, 2014.

PERSPECTIVA CURRICULAR DOS PROJETOS POLÍTICOS PEDAGÓGICOS DOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO CENTRO-OESTE

CURRICULAR PERSPECTIVE OF THE PEDAGOGICAL POLITICAL PROJECTS OF THE LICENSING COURSES IN THE PHYSICS OF THE HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF THE CENTER-WEST

Patrick L. G. Delgado¹, Hamilton P. S. Corrêa²

¹UFMS/ Instituto de Física/ Graduando do curso de Licenciatura em Física/
patrick.luiz1996@hotmail.com

²UFMS/ Instituto de Física / Docente do curso de Licenciatura em Física/
hpsoares@gmail.com

Resumo

Realizamos uma análise documental dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPPs), utilizando uma abordagem qualitativa, tendo como referencial teórico as perspectivas curriculares apresentadas por Guimarães (2014). Foram analisados os projetos dos cursos de física licenciatura presenciais da Região Centro-Oeste e categorizados em três diferentes perfis curriculares: Tradicional, Crítico e Pós-Crítico. Para cada perfil foram definidos marcadores de identidade que permitiram nos guiar na identificação da natureza desses currículos. Foi possível observar que os currículos das Instituições de Ensino Superior não se encaixam em uma única perspectiva curricular, mas se apresentam de maneira híbrida, apresentando uma tendência de ruptura com o perfil Tradicional.

Palavras-chave: currículo, ensino de física, perfil curricular.

Abstract

A document analysis of the Pedagogical Political Projects (PPPs) was carried out, using a qualitative approach, having as theoretical framework the curricular perspectives presented by Guimarães (2014). The projects of physics education courses in the Center-West Region were analyzed and categorized into three different curricular profiles: Traditional, Critical and Post-Critical. For each profile were defined markers that allowed guiding and identifying the nature of these curricula. It was possible to observe that the curriculum of Higher Education Institutions do not fit in a single curricular perspective, but are presented in a hybrid way, showing a tendency to burst with the Traditional profile.

Keywords: curriculum, physics teaching, curriculum profile.

Introdução

De forma geral, os estudantes não veem os conteúdos de física como importantes para uma descrição de mundo e, também, não veem como tirar proveito

deste conhecimento. Há falta de afinidade em manipular expressões matemáticas, podendo gerar frustração e sentimento de incompetência. É possível encontrar diversos artigos que abordem essa dificuldade. Existe um consenso na comunidade ao dizer que o ensino de Física tem que mudar e, de fato, é verdade. Porém, para mudar, é preciso que os cursos de formação de professores de Física no Ensino Superior (ES) problematizem seus currículos, para que em uma atuação futura como professores da disciplina de Física no Ensino Médio (EM) possam ter uma atuação diferente e renovada.

Pessanha e Pietrocola (2016) discutem a estrutura curricular do ensino de física no EM e constatam que a maioria dos alunos desta fase escolar não estudam conteúdos desenvolvidos no século XX e, tão pouco, do século XXI. No caminho da inserção de uma física mais atual e contextualizada no EM, outros autores defendem o ensino de uma física que permite trabalhar conceitos que remetem a artefatos e/ou situações comuns na vida dos estudantes. De modo geral, diversas pesquisas que abordam o currículo escolar, apontam para a necessidade de se compreender o mundo atual, tanto no que tange ao conhecimento e à cultura científica, quanto ao seu desenvolvimento tecnológico (MORAIS e GUERRA, 2013).

De acordo com Domingui (2012), a discussão sobre inserir conteúdos atuais e contextualizados de física no ensino médio vem se acentuando e os documentos oficiais evidenciam a necessidade dessa inserção. Porém, entendemos que para além da inserção de uma contemporaneidade na matriz curricular do ensino, se faz necessário incluir na discussão, a maneira na qual os cursos de licenciatura em física proporcionam na formação inicial dos professores, para que consiga desenvolver junto aos seus alunos tais saberes.

Em nossa pesquisa nos propomos analisar os cursos de licenciatura em Física na região do Centro-Oeste (CO) e verificar em que perspectiva curricular os fundamentos pedagógicos estão sendo proporcionados aos graduandos para este enfrentamento.

Para tal, adotaremos a definição de que o currículo não é algo reproducionista, mas algo que traz significado social e pessoal, se tornando um local de resistência, argumentação e disputa, no qual se refere a uma realidade histórica, cultural e socialmente determinada (GUIMARÃES, 2014).

(...) pensar o currículo como um caminho, um percurso é bastante apropriado. Este caminho seria o lugar das interações educativas e indica um processo. Um ser e estar, no ensino. É um ambiente educativo, palco de relações sociais, cooperação e embates. É um estar em movimento. Assim, o currículo é o caminho do „formar“ e do „formar-se“ professor na formação inicial de professores (GUIMARÃES, 2014, p. 38).

Tendo em vista este cenário, nossa pesquisa apresenta a análise de Projeto Político Pedagógico (PPP) de cursos de Licenciatura em Física ofertados na região Centro-Oeste e, para tal, buscamos responder a questão: “Os cursos de Licenciatura em Física da região Centro-Oeste, em seus PPPs, apresentam-se com que perspectiva curricular: tradicional, crítico ou pós-crítico?”.

O levantamento dos PPPs permite identificar se os cursos proporcionam uma formação teórica e prática aos licenciandos, para o exercício de um ensino de física potencialmente mais atual e contextualizado. No estudo, buscou-se eleger marcadores de identidade (tradicional, crítico e pós-crítico) e verificar a sua presença

nos PPPs dos cursos de Licenciatura em Física. Para esta análise, foi realizado um levantamento dos PPPs de cursos presenciais existentes em Universidades Estaduais e Federais, Institutos Federais e Instituições Privadas, presentes nos estados pertencentes à região CO.

Abordagem teórica metodológica

1.1.Currículo segundo Guimarães

Para problematizar o que é o currículo e como as diferentes categorias se estabelecem, Guimarães (2014) faz uma discussão a respeito da Identidade Curricular (IC). Segundo Dubar (2009, apud Guimarães, 2014) os conceitos de identidade se agrupam em dois grupos: os “essencialistas” e os “não-essencialistas”. Em nosso estudo, adotamos o segundo grupo de conceito para a identidade, não-essencialista, no qual representa as formas com as quais o sujeito se identifica com sua história, segundo as interações sociais em que participa, em contrapartida com a essencialista, que personifica o ser ao longo da sua existência, neste sentido único e imutável.

Como exemplo, tomemos um aluno de um curso superior: ele sabe que pertence a licenciatura uma vez que não pertence ao bacharelado. Têm consciência de que faz um curso de Física uma vez que sabe que não faz Química, Matemática, Medicina e etc. Ou seja, “a identidade, pois, não é o oposto da diferença: a identidade depende da diferença” (WOODWARD, 2009, apud GUIMARÃES, 2014). Portanto, adotando uma postura não-essencialista de IC e que a identidade se forma a partir da diferença, se faz necessário realizar uma discussão de como isso se relaciona com a cultura.

O currículo, sendo uma construção humana, nada mais é do que um conjunto de simbólicos, sendo ele um elemento cultural, socialmente construído, sendo que o seu conteúdo remete a características de localidade espacial e temporal, pois ocorre em uma região geográfica e em um período histórico. Neste contexto, podemos citar os eventos ocorridos na década de 60 do século passado, no qual a estrutura curricular como se apresentava sofreu abalos, em consequência de rupturas do pensamento social tradicional. Nesse momento, a visão de currículo como elemento de transmissão de uma determinada cultura (em grande parte euro centrada) deixa de ser hegemônica e um novo currículo emergente passa a trazer novos significados sociais e pessoais.

Para Guimarães (2014) o currículo se apresenta em três categorias: tradicional, crítica e pós-crítica. A categoria tradicional se mantém neutra e alheia ao que acontece ao seu redor, tem o foco em traçar um objetivo e uma metodologia para alcançá-lo. Por sua vez, as categorias crítica e pós-crítica fazem relações sociais e discursos de poder em seu conteúdo, sendo que ambas não se mantêm neutras. A crítica tem o foco principal nas relações sociais, enquanto, a pós-crítica busca trazer maior alteridade e significação aos alunos.

Com o objetivo de discutir a estrutura do currículo e suas categorias, cabe apontar, em uma breve discussão, como se apresenta a construção deste. Conforme dito anteriormente, o currículo é um processo social e, portanto, a sua elaboração não foge desse conceito. Nesse sentido (PACHECO, 2005, apud GUIMARÃES, 2014) divide as fases de desenvolvimento do currículo em: i. **Oficial**, representa uma orientação oficial, sancionado pelos órgãos administrativos; ii. **Apresentado**, chega aos professores por mediadores curriculares;

iii. **Programado**, elaborado pelo grupo de professores que compõe o corpo docente do curso para qual o PPP se destina; iv. **Planificado**, elaborado pelo professor em seu planejamento e moldado segundo sua cultura profissional; v. **Real**, aquele que de fato é praticado; vi. **Oculto**, diz respeito àquilo que não vai para o papel, apenas para a prática pedagógica; vii. **Realizado**, consequência da prática e que se revela por meio dos efeitos dela.

O foco de nosso estudo se dá na fase do Currículo Programado, uma vez que o PPP representa um plano geral de formação e é elaborado na instituição de ensino que oferta o determinado curso, o que permite traçar um panorama de como se apresenta o currículo de cada instituição analisada.

1.2. Análise Documental

Iremos adotar alguns autores em nossa metodologia de análise documental. Para a definição de “documento” adotaremos que documentos são todas as realizações produzidas pela humanidade e que se mostram como indícios de sua produção e revelam suas ideias, opiniões e formas de viver (BRAVO, 1991, apud SILVA, 2009). Segundo Silva (2009), o trabalho com documentos é realizado em dois momentos, primeiro “a coleta de dados” e segundo “a análise desses dados”. E por fim, Calado e Ferreira (2004) descrevem que a análise documental se divide em sete passos: localização dos documentos, seleção dos documentos, análise crítica dos documentos, análise de conteúdo, redução dos dados, apresentação dos dados, conclusão.

1.3. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada junto as Instituições de Ensino Superior (IES) do Centro-Oeste que apresentam o curso de Física em Licenciatura e que disponibilizam os Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) de seus cursos em seus endereços eletrônicos na *Web*. Dentre as IES que disponibilizam cursos de licenciatura em Física localizamos Universidades de natureza Públicas (Federais e Estaduais), Universidades Privadas e Institutos Federais. Foram localizados dezessete cursos presenciais de Licenciatura em Física, conforme apresentado no Quadro 1. Em nossa análise, não foram incluídos os cursos de licenciatura ofertados na modalidade de educação à distância.

Quadro 1 – IES da região CO com cursos de Licenciatura em Física

Estado/Distrito	Cidade	IES com Licenciatura em Física
MS	Campo Grande	UFMS
	Dourados	UFGD
		UEMS
GO	Jataí	IFG
		UFG
	Goiânia	UFG
		IFG
		PUC-GO
	Anápolis	UEG
Catalão	UFG	

MT	Confresa	IFMT
	Pontes e Lacerda	IFMT
	Pontal do Araguaia	UFMT
	Cuiabá	UFMT
DF	Brasília	UNB
		UCB
	Taguatinga	IFB

Fonte: Elaboração própria

Dos dezessete cursos localizados, não foi possível colher em consulta nos endereços eletrônicos seis PPPs: UFMT (Campus Pontal do Araguaia), UFMT (Campus de Cuiabá), UFG (Campus de Goiânia), PUC-GO, UEG (Campus de Anápolis) e da UNB. Foram enviados e-mails para a secretaria dos cursos cujos projetos não estavam disponíveis, porém não houve retorno. De posse dos documentos, foram eleitos marcadores de identidade que pudessem orientar e categorizar cada currículo, conforme descrito na próxima Seção.

Análise e Discussões

A partir da leitura fluente dos PPPs colhidos, elegemos nossos marcadores de identidade, para interpretar, analisar e levantar o perfil de cada PPP. No Quadro 2, apresentamos os marcadores eleitos distribuídos em grupos, sendo que adotamos como base para eleger os marcadores em nossa análise as categorias propostas por Guimarães (2014).

Quadro 2 – Marcadores de Identidade do Currículo

TRADICIONAL	CRÍTICO	PÓS-CRÍTICO
<ul style="list-style-type: none"> - Foco em cumprir objetivos - Concepção conservadora de cultura e conhecimento - Crise de Identidade - Resistência ao novo / ensino tecnicista 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe social - Reprodução cultural, social e de poder - Conscientização - Relações sociais 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteridade - Significação - Identidade - Gênero, raça, etnia e multiculturalismo

Fonte: Adaptado de Guimarães (2014)

A seguir, discutimos cada marcador para uma compreensão da natureza dos marcadores eleitos para a caracterização dos perfis dos PPPs.

Tradicional

Foco em cumprir objetivos: Apresenta um determinado objetivo tendo como motivo a necessidade de se enquadrar nas normas estabelecidas pelas Diretrizes Educacionais. O currículo não apresenta preocupação com o contexto e a realidade local, as inserções objetivam apenas atender as exigências dos documentos oficiais.

Concepção conservadora de cultura e conhecimento: Não se propõe expor os licenciandos a situações que promovam o pensamento crítico, há produção sem

se saber a razão do produzir. Os professores formadores não reconhecem as necessidades de seu público alvo e, portanto, não sabem o que precisa ser promovido para que de fato o curso se realize.

Crise de identidade: O curso de Licenciatura se propõe também preparar profissionais para atuar na indústria (área destinada para o Bacharel/Tecnólogo). As disciplinas pedagógicas se tornam complementares e não o foco do curso.

Resistência ao novo / ensino tecnicista: Apresenta dificuldade em se alterar aspectos do currículo, apresentando resistência em romper com o que já está estabelecido e buscando a manutenção dos conteúdos, remetendo a uma visão tecnicista de ensino.

Crítico

Classe Social: Percebe e aponta a importância da diversidade de classes sociais que ingressam no curso e promove discussões para conhecê-las, enquanto profissional a ser formado. As questões sociais formam o centro de problematização do currículo.

Reprodução cultural, social e de poder: Produz no licenciando a consciência de que determinado ato acontece apenas por reprodução cultural, social e de poder, ou seja, é fundamental gerar discussões no curso de modo que se questione tal reprodução de um ponto de vista prático. As práticas pedagógicas estão relacionadas com práticas sociais e o educador precisa identificar as injustiças nela existentes.

Conscientização: Desenvolve no licenciando a capacidade de ter consciência do que se está produzindo. Um currículo voltado para a formação de professores capazes de atuar com responsabilidade e comprometimento, reconhecendo valor no conhecimento dos licenciando e que seja capaz de promover condições para a conscientização, o que permite uma possível transformação da realidade social.

Relações Sociais: Diferentes tipos de relações entre as classes de poder, como ponto de discussão, levando o licenciando a questionar as relações sociais definidas pela sociedade.

Pós-Crítico

Alteridade: Desenvolve nos licenciandos alteridade, visto que cada um é único e, portanto, dando oportunidade de “trilhar” o seu próprio caminho dentro do curso. A alteridade permite que ao final do curso cada profissional tenha sua visão sobre aquilo que será a sua atuação docente.

Significação: O conteúdo deixa de ser algo que apenas é aplicado em sala de aula, permitindo que o licenciando veja relevância do que se aprende em sua vida profissional.

Identidade: Desenvolve identidade própria em cada licenciando, ou seja, trata o licenciando como indivíduo, promovendo um aprender e um desenvolver a sua própria maneira. O currículo é a identidade do licenciando e é essencial que o futuro profissional da educação não atue de forma a conformar-se com a realidade existente, mas alguém que atua junto aos alunos para uma transformação social (SILVA, 2007).

Gênero, raça, etnia, multiculturalismo: Discussões dentro do curso a respeito de gênero, raça, etnia e multiculturalismo, expõe o aluno a diferentes culturas, trazendo reflexões sobre a estrutura da sociedade, com ênfase nas preocupações com a diferença, com as relações saber-poder.

A partir da leitura e análise realizada nos PPPs, elaboramos uma tabulação para cada perfil de categoria, de modo que seja possível evidenciar a presença dos marcadores de identidade em cada PPP analisado. Apresentamos na Tabela 1 como os marcadores da categoria Tradicional se apresentam nos PPPs analisados, distribuídos por estado.

Tabela 1 – Marcadores presentes no perfil de categoria Tradicional

Marcadores	GO	DF	MS	MT	Total
Foco em cumprir os objetivos	2	0	0	0	2
Concepção conservadora de cultura e conhecimento	5	4	3	0	12
Crise de Identidade	4	0	0	0	4
Resistência ao novo/ Ensino Tecnista	0	4	1	1	6

Fonte: Elaboração própria

Um dos traços mais evidentes no perfil Tradicional nos PPPs é o segundo e quarto marcador. É possível observar que o marcador mais presente é Concepção conservadora de cultura e conhecimento, com exceção do estado de MT, seguido da Resistência ao novo/Ensino Tecnista, com exceção do estado de GO. Portanto, no que diz respeito à região Centro-Oeste, há em todos PPPs analisados marcadores que apontam, em algum grau, um perfil Tradicional.

Na Tabela 2, evidenciamos que a frequência de marcadores para um perfil Crítico se reduzem, quando comparados com o perfil Tradicional. Todos PPPs apresentam a presença de algum marcador de categoria Crítico, sendo o com maior incidência o marcador Relações Sociais, ou seja, na região CO as questões ligadas ao desenvolvimento regional e social ocorrem em âmbito acadêmico.

Tabela 2 – Marcadores presentes no perfil de currículo crítico

Marcadores	GO	DF	MS	MT	Total
Classe Social	0	0	1	0	1
Reprodução cultural, social e de poder	0	1	0	0	1
Conscientização	1	0	2	0	3
Relações Sociais	2	2	2	2	8

Fonte: Elaboração própria

Quando comparado, os marcadores dos perfis, Tradicional e Crítico, apontam para a defasagem presente nos cursos da Região CO no que diz respeito a uma educação progressista. Observamos que o pensamento crítico precisa ser estimulado nos cursos, transformando-os no palco de discussões e promotor do pensamento crítico. A análise dos PPPs apontou um cenário muito semelhante para o perfil Pós-Crítico, conforme se apresenta na Tabela 3.

Tabela 3 – Marcadores presentes no perfil de currículo pós-crítico

Marcadores	GO	DF	MS	MT	Total
------------	----	----	----	----	-------

Alteridade	0	2	2	0	4
Significação	0	2	1	2	5
Identidade	0	2	1	0	3
Gênero, raça, etnia, multiculturalismo	0	0	0	1	1

Fonte: Elaboração própria

Com exceção do estado de GO, que não apresentou marcadores no perfil Pós-Crítico, os outros apontaram a presença de marcadores Pós-Crítico, com predominância o marcador Significação, indicativo de uma abertura no sentido de se ampliar o significado dos cursos de licenciatura para os licenciados.

De forma geral, podemos afirmar que nenhum PPP apresenta um único tipo de perfil curricular, há uma predominância para o perfil Tradicional, com alguma tendência para os outros dois perfis. Os PPPs analisados evidenciam que o Estado de GO e o DF apresentam em seus projetos uma maior predominância para o perfil Tradicional, enquanto que, para o Estado de MT uma predominância para o perfil Pós-Crítico. Por sua vez, os projetos analisados no estado de MS apresentaram uma mesma quantidade de marcadores Críticos e Pós-Críticos, caracterizando um perfil híbrido nos Projetos da Região Centro-Oeste.

Considerações Finais

Os resultados obtidos são preliminares e poderão nortear futuros trabalhos. De fato não se pode afirmar qual é o tipo de perfil curricular presente na região CO. Nossas análises possuem limitações, uma vez que os projetos podem não refletir a realidade dos cursos, fazendo-se necessário uma pesquisa de campo para confirmá-las.

Podemos concluir que os PPPs ainda predominam o perfil Tradicional, porém, identifica-se a presença de perfil Crítico e/ou Pós-Crítico, mostrando uma possível transição no perfil curricular das instituições.

Referências Bibliográficas

- CALADO, S. dos S.; FERREIRA, SC dos R. Análise de documentos: método de recolha e análise de dados. **Disciplina Metodologia da Investigação I–Mestrado em Educação/Universidade de Lisboa**. Retirado em, v. 23, n. 05, 2004.
- DOMINGUINI, L. Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 2502, 2012.
- GUIMARÃES, Y. A. F. **Identidade Curricular na Formação Inicial de Professores de Física**. 2014. 342f. Tese (Doutorado). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2014.
- MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 01-09, 2013.
- PESSANHA, M.; PIETROCOLA, M. O ensino de estrutura da matéria e aceleradores de partículas: uma pesquisa baseada em design. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 361-388, 2016.
- SILVA, L. R. C. Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente. In: **Congresso Nacional de Educação**. 2009, PUCPR. p. 4554-4566.
- SILVA, T. T. da. Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo. **Belo Horizonte: Autêntica**, v. 2, 2007.

CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DO LIVRO BORJORNO

PEDAGOGICAL CONCEPTIONS IN PHYSICS TEXTBOOKS: AN ANALYSIS OF THE BORJORNO BOOK

Thaís Ananda dos Santos¹, Nilson Marcos Dias Garcia²

¹ UFPR/PPGE, thaisananda_s@hotmail.com

² UTFPR/PPGTE-GEPEF e UFPR/PPGE-NPPD, nilson@utfpr.edu.br

Resumo

A expressão “concepções pedagógicas”, conforme Saviani (2005), pode ser entendida como as diversas maneiras pelas quais a educação é compreendida, teorizada e praticada, que se manifestam no movimento real da educação, inclusive nos recursos utilizados na prática educativa. Com o objetivo de identificar e comparar as concepções pedagógicas presentes nas edições de 1985 e 2016 dos livros didáticos “Física” de autoria de Bonjorno e outros, foi aplicado um instrumento de análise que tomou como referência a classificação das concepções pedagógicas proposta por Dermeval Saviani, denominadas Pedagogia Tradicional, Pedagogia Renovadora e Pedagogia Produtivista. Organizado em blocos, as questões que compuseram o instrumento se apoiaram nas concepções pedagógicas e também nas indicações presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, no edital do PNLD, no Guia do Livro Didático e na produção acadêmica recente sobre a temática. Após a aplicação do instrumento, verificou-se que a concepção pedagógica predominante nos livros analisados foi a tradicional, sendo identificadas também características das demais concepções, entretanto com menor expressividade. Também se pode constatar que os livros analisados, apesar de diferentes entre si e separados por um intervalo de cerca de 30 anos, apresentam a mesma lógica de organização e hierarquização dos conteúdos e geralmente têm como objetivo a memorização do conteúdo estudado, demonstrando a manutenção da mesma concepção pedagógica ao longo do tempo.

Palavras-chave: Análise de livro didático. Concepções pedagógicas. Livros didáticos de Física.

Abstract

The expression "pedagogical conceptions", according to Saviani (2005), can be understood as the various ways in which education is understood, theorized and practiced, which are manifested in the real movement of education, including the resources used in educational practice. In order to identify and compare the pedagogical conceptions present in the textbooks of Physics by Bonjorno and others, an instrument of analysis was applied to the 1985 and 2016 editions that took as reference the classification of pedagogical conceptions proposed by Dermeval Saviani, being these, Traditional Pedagogy, Renewal Pedagogy and Productivist Pedagogy. Organized in blocks, the questions that composed the instrument were based on the pedagogical conceptions and also on the indications present in the National Curricular Guidelines for High School, in the PNLD notice, in the Textbook Guide and in the recent

academic production on the subject. After the application of the instrument, it was verified that the predominant pedagogical conception in the analyzed books was the traditional one, being also identified characteristics of the other conceptions, however with less expressiveness. It can also be seen that the books analyzed, although different and separated by an interval of about 30 years, present the same logic of organization and hierarchization of content and generally have the objective of memorizing the content studied, demonstrating the maintenance of the same pedagogical concept over time.

Keywords: Textbook analysis. Pedagogical concepts. Textbooks of Physics.

Introdução

O livro didático está presente na maioria das escolas da rede pública do Brasil, decorrente, em grande parte, pelo alto investimento feito pelo Governo Federal nesse tipo de material através do PNLD. Em 2018, foram dispendidos cerca de R\$ 1,1 bilhão na aquisição e distribuição desses livros. Trata-se, segundo Lajolo (1996), de um objeto da cultura escolar que exerce grande importância na prática pedagógica no contexto educacional brasileiro, por, muitas vezes, ser o único material de apoio do professor. Por terem tal presença em sala de aula, é de suma importância analisar o seu conteúdo e as concepções pedagógicas segundo as quais eles foram elaborados.

Alguns destes livros didáticos de Física tem estado presentes nas salas de aula de Ensino Médio brasileiras com certa regularidade há bastante tempo, inclusive em período anterior ao do PNLD, como por exemplo o livro “Curso de Física” de Beatriz Alvarenga e Antonio Máximo e também o livro “Física”, de Bonjorno e outros. Por desempenharem importante papel na constituição do “código disciplinar” (CUESTA FERNÁNDEZ, 2006), o estudo da organização destes livros se torna bastante importante, pois dessa forma é possível se analisar o que e de que maneira se tem ensinado a Física escolar.

Diante do exposto, desenvolveu-se uma investigação que buscou analisar de forma comparativa as concepções pedagógicas presentes nos livros “Física” das edições de 1985 e 2016, de autoria de Bonjorno e outros. A relevância de investigar essas concepções pedagógicas reside no fato de que a atuação profissional do professor assim como os recursos nos quais ele se apoia para o desenvolvimento de suas atividades guardam uma forte relação com a concepção pedagógica sob a qual sua prática se sustenta.

Concepções pedagógicas

A pedagogia, de acordo com Libâneo (2001), é uma ciência que tem como objeto de estudo a educação e, segundo Saviani (2013), pode ser entendida como uma teoria da educação que tem como uma das funções mediar a relação professor-aluno e direcionar o processo de ensino-aprendizagem. Ainda de acordo com Saviani (2013), a pedagogia foi desenvolvida segundo duas grandes tendências pedagógicas: a tradicional, que tem como elemento principal a submissão da teoria sobre a prática, e pedagogia nova, que submete a teoria à prática.

As concepções pedagógicas, por sua vez, expressam um momento histórico, uma concepção de homem, de sociedade e formas de ensinar. Dermeval Saviani (2013) sistematizou a evolução do pensamento pedagógico brasileiro e classificou as

principais concepções pedagógicas em Pedagogia Tradicional, Pedagogia Renovadora e Pedagogia Produtivista.

Pedagogia Tradicional

A história da educação brasileira se inicia em 1549, com a chegada do primeiro grupo de jesuítas ao Brasil, que implementou a pedagogia católica nos diversos colégios criados. No início, esse modo de ensinar era orientado pela “pedagogia brasílica”, sendo posteriormente suplantado pelo *Ratio Studiorum*, um material elaborado por jesuítas que consistia em um plano educacional normativo que continha um conjunto de regras para todos os funcionários ligados ao ensino. O *Ratio Studiorum* expressava as ideias pedagógicas tradicionais religiosas, caracterizadas por uma visão essencialista do homem e na qual a educação tem objetivo de moldar o homem para que ele possa alcançar sua essência.

A partir de 1759, com a expulsão dos jesuítas e as reformas de Pombal, passou a vigorar a vertente leiga da pedagogia tradicional fundamentada nos ideais iluministas, tendo sido instituído o “método mútuo”, que consistia na monitoria de alunos mais avançados ajudando os demais em classes numerosas, método que se baseava na hierarquia e rigorosa disciplina. Tal metodologia foi abandonada progressivamente, até que na metade do século XIX, foi substituída pelo “método intuitivo”, nova forma de ensinar pautada na percepção do mundo sensível que estimulava os alunos a refletirem e a tirarem suas próprias conclusões. Outra modificação advinda desse método foi a diretriz estabelecida pelo livro didático, que além de ser utilizado pelos alunos, passou a ser destinado ao professor.

Apesar das mudanças ocorridas, existiam similaridades entre essas vertentes. Como característica principal da pedagogia tradicional, ambas admitem o professor como detentor do conhecimento e têm como questão central o “aprender”, conforme a definição de Saviani. A principal diferença entre essas vertentes é que a pedagogia tradicional religiosa buscava atender aos interesses eclesiásticos, enquanto a vertente leiga procurava suprir as demandas sociais resultantes da revolução industrial.

Pedagogia Renovadora

No início do século XX começou a tomar força a concepção pedagógica renovadora ou escolanovista, que ganhou notoriedade com o lançamento, em 1932, do “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, criado por um grupo de intelectuais brasileiros que propuseram uma reforma na educação, visando a modernização da sociedade e a valorização do ensino laico, público e obrigatório.

Esses intelectuais defendiam os ideais pedagógicos propostos por John Dewey. Anísio Teixeira, um dos principais representantes desse movimento, buscava adequar as ideias de Dewey à realidade brasileira. Nesse contexto, a escola é vista como um retrato da sociedade, e tem a finalidade de preparar o aluno para instruir a si próprio numa sociedade mutável. Essa visão de escola se baseia em três grandes tendências da sociedade moderna: a mentalidade de mudança, o industrialismo e a democracia. O conceito de aprender baseado nessas tendências tem o significado de ganhar um modo de agir e a aprendizagem passa a ser entendida como assimilação biológica de novas formas de responder ao meio ambiente. Nesse contexto, o professor deixa de ser o detentor do conteúdo e é visto como

um colaborador que conduz o aluno em suas investigações e experiências e, participando de uma atividade que provocou e acompanha, contribui para estabelecer entre o aluno e o professor essa solidariedade efetiva que provém do trabalho feito em comum. (AZEVEDO, 1958, p. 74 apud SAVIANI, 2013, p.212).

De acordo com essa perspectiva, o aluno aprende por meio de observações e experiências, atendendo a suas curiosidades intelectuais. Como a escola é concebida como uma miniatura da sociedade, são estimulados os trabalhos em grupo ao invés dos individuais.

Ao longo da década de 1930, o ideário renovador exerceu grande influência no campo educacional, tendo sua expressiva predominância refletida nos projetos de educação que resultariam na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (lei 4024, de 1961).

A partir da metade da década de 1960, com a ascensão do conservadorismo, o modelo renovador foi enfraquecido e diante desse cenário, começa a articulação da pedagogia tecnicista que, baseada no ideário produtivista, toma forma no contexto educacional brasileiro com o golpe militar de 1964.

Pedagogia Produtivista

A partir da década de 1960 intensificou-se a pressão sobre os movimentos que visavam uma ordem econômica de caráter mais social, o que culminou com o golpe militar de 1964, quando ocorreu uma ruptura política no plano socioeconômico vigente. Adequando-se à nova situação, por meio de decretos de leis, houve uma mudança no sistema de ensino para o modelo baseado no modo produtivista da educação.

Apoiada na Teoria do Capital Humano formulada por Theodore Schultz (1973), essa teoria propõe que existe o “valor da educação”, que passa a ser visto como essencial para o desenvolvimento econômico. Assim, a educação é subordinada ao sistema capitalista e passa a ter finalidade de qualificar a força de trabalho. Dessa forma, o processo educativo aprimora as relações de produção, na busca do máximo de resultados com o mínimo de gastos.

A concepção pedagógica produtivista objetivou moldar a educação para minimizar interferências subjetivas que colocassem em risco sua eficiência, constituindo o processo pedagógico como uma prática objetiva e operacional. Para tal mecanização do processo educativo, houve uma disseminação de propostas pedagógicas com enfoque sistêmico, como microensino, telensino, instrução programada etc., provocando a fragmentação do trabalho pedagógico. Nesse contexto, os professores e alunos desempenham papéis secundários. É a organização racional dos meios que garante a eficiência do ensino, “corrigindo as deficiências do professor e maximizando sua intervenção”. (SAVIANI, 2005, p.34).

O contexto teórico produtivista busca a equalização social no sistema capitalista. Como esse sistema abarca diversas funções, a educação deve proporcionar ao indivíduo um treinamento eficiente que lhe permita executar as múltiplas tarefas requisitadas pelo sistema social. Assim, a educação é compreendida como um subsistema e seu funcionamento eficaz garante o equilíbrio social. Do ponto de vista pedagógico, o elemento essencial do produtivismo é o “aprender a fazer”.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida sob os pressupostos de uma investigação de natureza qualitativa, caráter descritivo e interpretativo, baseando-se nos métodos da análise documental. Aplicou-se também a Análise de Conteúdo, “um conjunto de técnicas de análise de comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. (BARDIN, 2002, p.38).

Foram tomados como universo da pesquisa os primeiros volumes dos livros “Física” de autoria de Bonjorno e outros, edições de 1985 e 2016, que neste trabalho serão denominados respectivamente por Bonjorno 1985 e Bonjorno 2016. Ressalte-se que em 1985 não havia PNLD para os livros do Ensino Médio, que a edição de 2016 foi aprovada pelo PNLD e também que os livros de autoria de Bonjorno e outros não compuseram a oferta de livros nos PNLD de 2009 e 2012, vindo a ser ofertados apenas a partir de 2015. Após a leitura flutuante dos exemplares, de cada um deles foram identificados os elementos característicos da concepção pedagógica segundo a qual eles foram elaborados.

O instrumento aplicado, desenvolvido por Autor, foi elaborado tomando como base as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), as resenhas do Guia do Livro Didático, pesquisas relacionadas à temática e tomou como referência trabalhos desenvolvidos por Trebien e Garcia (2017a e b). Seu objetivo foi verificar como as concepções pedagógicas propostas por Dermeval Saviani (2013) – Pedagogia Tradicional, Pedagogia Renovadora e Pedagogia Produtivista- se expressam nos livros analisados, e qual delas é predominante.

Foram estabelecidas as seguintes categorias segundo as quais os livros foram analisados: experimentação, tipos de exercícios e apresentação e abordagem dos conteúdos de Física. A estrutura do instrumento de análise foi organizada em blocos e para cada uma das concepções pedagógicas, foram elaboradas questões relativas a cada uma das categorias. A cada uma das questões deveria ser associada uma graduação de intensidade de presença em escala Likert e os resultados registrados através dos seguintes indicadores: (S) Sempre, (G) Geralmente, (AV) Às vezes, (R) Raramente e (N) nunca.

O Quadro 01 apresenta o bloco referente à Pedagogia Produtivista. Os blocos referentes às outras concepções têm a mesma estrutura, com as questões se adequando às características de cada uma delas.

Quadro 01 – Pedagogia Produtivista

Nº	Questões	Valoração				
		S	G	AV	R	N
1	O livro apresenta dificuldade hierarquizada dos exercícios					
2	O livro apresenta experimentos com roteiros fechados para a comprovação da teoria					
3	As atividades propostas pelo livro necessitam que sejam aplicadas pelo Professor					
4	O livro apresenta fórmulas sem deduções					
5	O livro apresenta o conteúdo de forma compartimentalizada					

Fonte: Autoria própria

O instrumento foi validado mediante a aplicação do Alpha de Cronbach (α), coeficiente que mede a confiabilidade de um conjunto de indicadores. Aplicado ao

instrumento, foi obtido um coeficiente de 0,7, indício de uma boa consistência interna, conforme os parâmetros relativos ao coeficiente.¹

A análise da categoria “Experimentação” foi identificada, quando presente, com base na leitura das propostas experimentais trazidas pelos livros didáticos. Já a categoria “Tipos de exercícios” foi analisada a partir da leitura dos exercícios de Cinemática, observando a sua quantidade, complexidade e hierarquização. Por fim, para a análise da categoria “Apresentação e abordagem dos conteúdos de Física”, foi feita a leitura da unidade de Cinemática dos livros escolhidos, buscando identificar suas diferentes abordagens.

Resultados e Conclusões

Após a aplicação do instrumento aos livros didáticos, foi possível verificar que em ambos há indícios das concepções pedagógicas tomadas como referência, sendo, entretanto, predominante a concepção pedagógica tradicional, seguida da pedagogia produtivista e, por último, da pedagogia renovadora. Nos quadros a seguir são apresentados os resultados sintéticos da aplicação do instrumento de análise aos livros escolhidos.

Quadro 02 – Bonjorno 1985

Livro Bonjorno – Edição 1985		
	Concepção pedagógica	Pontuação
1	Pedagogia Tradicional	18
2	Pedagogia Renovadora	6
3	Pedagogia Produtivista	15

Fonte: Autoria própria

Quadro 03 – Bonjorno 2016

Livro Bonjorno – Edição 2016		
	Concepção pedagógica	Pontuação
1	Pedagogia Tradicional	19
2	Pedagogia Renovadora	10
3	Pedagogia Produtivista	17

Fonte: Autoria própria

A edição de 1985 apresenta traços mais marcantes das concepções pedagógicas tradicional e produtivista, sendo que a pedagogia renovadora obteve uma expressividade muito baixa, de acordo com as questões que compõe o instrumento de análise. A pedagogia tradicional se manifesta na organização do conteúdo e nos exercícios, que têm por objetivo a memorização. A apresentação e abordagem dos conteúdos, na maior parte das vezes, é matematizada e privilegia a memorização de fórmulas por meio de *boxes* que as destacam. A pedagogia produtivista é perceptível na organização compartimentalizada dos conteúdos, os

¹ Dentre as variadas possibilidades de métodos estatísticos, o Alpha de Cronbach é considerado adequado para questionários em escala Likert, pois esse coeficiente determina se a escala é realmente confiável, avaliando e refletindo a confiabilidade de cada item que a compõe. Os valores de α variam de 0 a 1,0. Quanto mais próximo de 1,0 o valor obtido, mais consistente é o instrumento de análise. (VIEIRA, 2009; MOROCO; GARCIA-MARQUES, 2006).

quais têm pouca ou nenhuma conexão com o tema abordado anteriormente. A organização hierarquizada dos exercícios também é uma expressão da pedagogia produtivista. Quanto à pedagogia renovadora, essa obra apresenta alguns exercícios que não apresentam solução imediata.

A edição de 2016 apresenta indícios de todas as concepções pedagógicas. A pedagogia tradicional está presente na organização do conteúdo que também estimula a memorização, apresentando *boxes* que destacam fórmulas. O conteúdo é desenvolvido de forma matematizada, entretanto, com inserções de temas do cotidiano, História da Ciência, interdisciplinaridade e aplicações tecnológicas. Essa pedagogia se manifesta nos exercícios propostos, uma vez que a maioria tem como finalidade a memorização. A pedagogia produtivista também se expressa por meio da organização compartimentalizada do conteúdo e na hierarquização dos exercícios. Além disso, nessa edição, as propostas experimentais também apresentam traços da concepção produtivista, visto que a maior parte dos experimentos são para comprovar a teoria. Em relação à pedagogia renovadora, que obteve menor expressividade, seus traços são perceptíveis no desenvolvimento de alguns conteúdos que abordam a Física de forma contextualizada e como uma construção da sociedade.

Dado que as obras foram produzidas em períodos e contextos diferenciados, ficam evidentes algumas diferenças entre elas. A de 1985 foi produzida no auge dos textos voltados para a preparação para os vestibulares, em que predominavam nesses testes as questões de múltipla escolha e a de 2016 no contexto do PNLD, o que faz com que ela contemple todas as exigências do edital do PNLD, o que implica na abordagem de alguns conteúdos de Física de forma diferenciada, valorizando aspectos do cotidiano, interdisciplinaridade, etc.

Entretanto, foi possível perceber que as obras apresentam a mesma lógica de organização e hierarquização dos conteúdos, além de que a maior parte dos exercícios têm por objetivo a memorização do conteúdo fazendo com que os livros analisados tenham como finalidade precípua apresentar o conteúdo e propiciar a sua memorização com aplicações imediatas, característica central da pedagogia tradicional, predominante no material analisado, sem estimular a elaboração de mecanismos que estabeleçam relações mais consistentes com o cotidiano ou a interdisciplinaridade.

Referências

AUTOR.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.

BONJORNIO, Regina F. S. Azenha; BONJORNIO, José Roberto; BONJORNIO, Valter. **Física 1**. São Paulo: FTD S.A., 1985. 320 p.

BONJORNIO et al. **Física**. 3. ed. São Paulo : FTD, 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 4.024, de 20 de dezembro de 1961.

CUESTA FERNANDEZ, R. Los textos visibles del saber y el poder en la escuela. Una mirada crítica. In: ESCOLANO, A. (Org.). **Currículum editado y sociedad del conocimiento**. Valencia: Tirant lo Blanch, 2006, p. 185-199.

LAJOLO, Marisa. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em aberto**, Brasília - DF, v. 19, n. 69, p. 3–9, 1996. Disponível em:
<<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/2061>>

MAROCO, João; GARCIA-MARQUES, Teresa. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, p. 65-90, 2006.

SAVIANI, Dermeval. **As concepções pedagógicas na história da educação brasileira**. Texto elaborado no âmbito do projeto de pesquisa “O espaço acadêmico da pedagogia no Brasil”. Campinas projeto 20 anos do Histedbr , 2005.

SCHULTZ, Theodore W. **O capital humano**. 2. ed. Rio de Janeiro: ZAHAR editores, 1973.

TREBIEN, Dilcéia Cristina Bruch; GARCIA, Nilson Marcos Dias. Instrumentos para avaliação e escolha de livros didáticos de Física. In. GARCIA, Nilson Marcos Dias (org.). **O livro didático de Física e de Ciências em foco: dez anos de pesquisa**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017a, p. 367 a 381.

TREBIEN, Dilcéia Cristina Bruch; GARCIA, Nilson Marcos Dias. Tendências metodológicas nos manuais didáticos de Física. In. GARCIA, Nilson Marcos Dias (org.). **O livro didático de Física e de Ciências em foco: dez anos de pesquisa**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017b, p. 569 a 578.

VIEIRA, Sonia. **Como Elaborar Questionários**. São Paulo: Atlas, 2009, 159 p.

EXPERIMENTOS DIDÁTICOS E MUDANÇAS CURRICULARES: ESTUDO A PARTIR DE UM LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA EM DESUSO

DIDATIC EXPERIMENTS AND CURRICULAR CHANGES: STUDY FROM A PHYSICS DIDACTIC LABORATORY IN DISUSE

Natan Trovó Lino¹, Eugenio Maria de França Ramos², Bernadete Benetti³

¹ USP / Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, natan.lino@usp.br

^{2,3} UNESP / Campus Rio Claro / Instituto de Biociências e LaPEMID CEAPLA,

² eugenio.ramos@unesp.br, ³ bernadete.benetti@unesp.br

Resumo

Apresentamos parte de um estudo sobre materiais didáticos experimentais para o Ensino de Física, tendo como lócus o laboratório de uma escola da Educação Básica localizada no município de Rio Claro (SP, Brasil). O intuito da pesquisa foi, além do levantamento dos materiais encontrados no laboratório e sua caracterização, investigar evidências de mudanças ocorridas nos currículos de Física da Educação Básica tomando por base as alterações de enfoque de tópicos de “Mecânica dos Fluidos”. Para o levantamento e registro dos materiais existentes no laboratório da escola, e análise das coleções didáticas, foi realizada uma pesquisa qualitativa, exploratória e documental. O estado de conservação dos materiais evidencia seu pouco uso nas atividades de ensino, desvelando preferências de conteúdos e aspectos da experimentação didática na História do Ensino de Física no nível médio. As mudanças curriculares no Ensino de Física possivelmente foram um dos fatores que contribuíram para o desuso de equipamentos de Mecânica dos Fluidos do laboratório didático nos dias atuais.

Palavras-chave: Experimentos didáticos; Laboratório de Física; Livros Didáticos; Currículos; Mecânica dos Fluidos.

Abstract

We present part of a study on experimental didactic materials for Physics Teaching, having as locus the laboratory of a Basic Education school located in the city of Rio Claro (SP, Brazil). The purpose of the research was, in addition to the survey of the materials found in the laboratory and their characterization, to investigate evidence of changes in the Basic Education Physics curricula based on changes in the focus of “Fluid Mechanics” topics. For the survey and registration of the existing materials in the school laboratory, and analysis of the didactic collections, a qualitative, exploratory and documentary research was carried out. The state of conservation of the materials shows its little use in teaching activities, unveiling content preferences and aspects of didactic experimentation in the History of Physics Teaching at the secondary level. Curricular changes in Physics Education were possibly one of the factors that contributed to the disuse of Fluid Mechanics equipment in the didactic laboratory today.

Keywords: Didactic experiments; Physics Laboratory; Textbooks; Resumes; Fluid Mechanics.

Introdução

É comumente difundido entre pesquisadores e educadores que atividades experimentais são importantes para o processo de ensino e aprendizagem, sobretudo quando falamos em Ensino de Física (GASPAR, 2014; RABONI, 2002). Entretanto, quando docentes são questionados a respeito das causas de não utilizarem atividades experimentais em suas aulas, apontam como uma das principais deficiências a falta de espaço adequado e materiais (GASPAR, 2014). Tais justificativas, embora aparentemente plausíveis, não representam adequadamente o que observamos em nosso trabalho.

Nossa pesquisa focaliza o estudo de materiais didáticos para o Ensino de Física, tendo como lócus o laboratório didático de uma escola da Rede Pública Estadual de Educação Básica da cidade de Rio Claro (SP). No laboratório didático estudado encontramos uma quantidade significativa de materiais experimentais, em variados estados de conservação, muitos dos quais empilhados de maneira desorganizada e sujos com pó e ferrugem.

O prédio atual da escola começou a ser construído em meados de 1945 e foi inaugurado em outubro de 1949, tendo ainda em sua estrutura atual os laboratórios para as disciplinas científicas (Física, Química e Biologia). A situação do laboratório de Física nos chamou a atenção como um foco de trabalho para um estudo dos materiais encontrados.

Retratamos aqui parte do trabalho de reconhecimento, que se concentrou no registro e na análise dos diferentes materiais encontrados. Tal estudo se constituiu como uma pesquisa qualitativa (LÜDKE e ANDRÉ, 2013). Com base nas ideias de Gonsalves (2007), consideramos que a pesquisa se caracteriza também como exploratória, tendo como procedimento de coleta de dados a pesquisa de campo e documental.

Foram identificados no laboratório diferentes experimentos de Física, dentre eles aparatos de Mecânica dos Fluidos com sinais de pouco ou nenhum uso, apesar de possivelmente estarem na escola há algumas décadas. Apresentamos um aprofundamento de tal estudo, analisando evidências de mudanças ocorridas nos currículos de Física da Educação Básica tomando por base o desaparecimento de tópicos de “Mecânica dos Fluidos”.

Objetivos

Estudar aspectos das alterações do Ensino de Física na Educação Básica, tomando por base a análise de experimentos e livros didáticos como evidência das mudanças curriculares, particularmente no tópico “Mecânica dos Fluidos”.

Materiais e Métodos

Em vista das características do trabalho desenvolvido, entendemos que o mesmo se caracterizou como uma pesquisa de cunho qualitativo, exploratório e também de campo e documental (LÜDKE; ANDRÉ, 2013; GONSALVES, 2007).

Iniciamos em abril de 2016 um processo de limpeza e identificação de materiais, e a tentativa de recuperação do laboratório de Física como espaço didático. Com respeito aos materiais, concentramo-nos inicialmente na limpeza e registros fotográficos. Depois de limpos, os materiais foram numerados, para elaboração de um catálogo, e embalados em sacos plásticos para evitar a poeira. Posteriormente foram organizados nas estantes e nos armários do laboratório.

Embora a maioria dos materiais estivesse bastante empoeirada, após a limpeza, foi possível, na primeira verificação, perceber que alguns deles estavam deteriorados (apresentando ferrugem, cupins, fungos e peças quebradas ou incompletas), mas alguns pareciam estar novos e intactos, como grande parte dos materiais de Mecânica dos Fluidos. No trabalho de seleção e identificação dos materiais nos deparamos com uma variedade notável de um aparato bastante incomum, a princípio desconhecido por nós, indicado nas Fotos 1 (a), (b) e (c).

Fotos 1 (a), (b) e (c): Areômetro de Nicholson em 3 versões diferentes encontradas. Os registros fotográficos foram feitos sem que ainda soubéssemos do que se tratava.



Fonte: Acervo LaPEMID (2016).

Em outra frente de trabalho, no acervo da biblioteca da Universidade, no campus de Rio Claro (SP), buscamos referenciais teóricos para obter informações sobre as aplicações e o funcionamento dos materiais, pesquisando livro a livro na área de Física. No caso do areômetro tivemos alguns resultados promissores, ao localizá-lo na edição de 1953 do livro “Física: 1º Livro – Ciclo Colegial”, do autor Aníbal Freitas. Dessa forma, pudemos identificar o aparato como o *Areômetro de Nicholson*, e assim descobrimos que se tratava de um experimento utilizado para determinar a densidade de sólidos.

Ao todo foram encontrados mais de 70 aparatos experimentais referentes a Mecânica dos Fluidos, dentre eles alguns materiais não usuais para o Ensino de Física atual, como o Areômetro de Nicholson. A partir desta biografia, identificamos outros materiais experimentais de Física que também aparecem em livros mais antigos, contemporâneos de Freitas (1953), como Gomes Filho (1960), mas que não estão presentes nas coleções de livros didáticos publicadas atualmente, evidenciando uma possível mudança nos currículos de Física.

Neste trabalho analisamos as evidências de mudanças curriculares, partindo de suas influências em livros didáticos. Como base para a comparação consideramos, particularmente nos tópicos classificados como “Mecânica dos Fluidos”, a coleção de Aníbal Freitas, “Física: 1º Livro – Ciclo Colegial” (1953), e três coleções contemporâneas aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático 2018: “Física: Mecânica, 1º ano” (BONJORNIO et al., 2016), “Física: interação e tecnologia, 1º ano” (FILHO; TOSCANO, 2016) e “Física para o ensino médio: Mecânica, 1º ano” (KAZUHITO; FUKU, 2016).

Os conteúdos de Mecânica dos Fluidos presentes nestes livros foram comparados com os conceitos detalhados por Nave (2016), por meio de seus

detalhados mapas conceituais. Tal material teórico, por conter uma grande variedade de assuntos de Física, é conveniente para nosso trabalho, uma vez que engloba todos os conteúdos de Mecânica dos Fluidos presentes nas coleções contemporâneas analisadas e muitos tópicos comumente abordados no ensino superior.

Resultados e Discussão

Identificamos que o livro de Aníbal Freitas (1953), utilizado para subsidiar nosso trabalho, descreve estar de acordo com os programas oficiais da época: portarias nº 966, de 2 de outubro de 1951, e nº 1045, de 14 de dezembro de 1951, do Ministério da Educação e Saúde. Ou seja, representa o currículo do nível Colegial daquele tempo (correspondente ao atual Ensino Médio) e pode ser um dos fatores que explicam a existência de tais materiais no laboratório da escola, visto que a aquisição dos materiais deve ter sofrido influência direta dos conteúdos previstos pelos programas da época.

Nas coleções contemporâneas, verificamos que grande parte dos conteúdos, presentes no livro de 1953, desapareceram dos livros didáticos atuais, inclusive qualquer menção ao aparelho “areômetro”, seja na montagem de Nicholson ou em outras variações. Além disso, ao estudar o Currículo do Estado de São Paulo (2011), percebemos que conceitos como “densidade” sequer aparecem nos Conteúdos ou Habilidades de Física do Ensino Médio.

Apresentamos a seguir os conteúdos de Mecânica dos Fluidos presentes nas obras analisadas que puderam ser identificados nos mapas conceituais de Nave (2016) – destacados em verde.

Física: 1º Livro – Ciclo Colegial, Freitas (1953)

Em termos de conteúdos, o livro de Freitas (1953) se mostrou bastante completo, abordando grande parte dos assuntos de “Mecânica dos Fluidos” presentes na obra de Nave (2016).

De acordo com as portarias nº 1.045 (de 14 de dezembro de 1951) e nº 966 (de 2 de outubro de 1951), as quais o livro de Freitas (1953) se adequava, era previsto que assuntos como “[...] densidade e peso específico; massa específica da água, determinação do volume de um corpo insolúvel; determinação da densidade dos corpos sólidos e líquidos, areômetros [...]” (BRASIL, 1952, p. 74) integravam os *planos de desenvolvimento dos programas mínimos de ensino secundário e respectivas instruções metodológicas*. Ou seja, havia a cobrança curricular de que tais assuntos fossem abordados na Educação Básica da época.

Importante mencionar que mesmo Nave (2016) apresentando uma grande variedade de assuntos (teóricos e experimentais) de Física em seu trabalho, ainda assim não foram identificados alguns conteúdos, como é o caso dos areômetros e suas aplicações. Percebemos que, com o passar dos anos, boa parte dos conceitos indicados por Nave foram desaparecendo dos livros didáticos de Física.

Figura 1: Mapa de Nave (2016) demarcado em verde com os conteúdos de Freitas (1953).



Fonte: Nave (2016). Adaptação e tradução nossa.

Física: Mecânica – 1º ano, BONJORNIO et al. (2016)

Nesta obra, assuntos como massa específica e densidade se resumem, por exemplo, apenas a uma sucinta explicação e ao cálculo matemático dessas grandezas, com maior enfoque a corpos sólidos e sem referência a experimentos, ao contrário do livro de Freitas (1953), que traz uma grande abordagem de tópicos da Mecânica dos Fluidos e tipos de densidade, densímetros e areômetros. Observou-se no livro de Bonjornio *et al* (2016) o predomínio de conteúdos derivados de *Pressão e Princípio de Pascal* (NAVE, 2016).

FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA – 1º ano, GONÇALVES FILHO e TOSCANO (2016)

Identificamos, neste caso, que o livro traz somente um capítulo intitulado “Estática dos Fluidos”, ainda mais sucinto que o livro de Bonjornio *et al* (2016), em termos de conteúdos de Mecânica dos Fluidos. Como o título do capítulo sugere, o livro se propõe a tratar assuntos de hidrostática, excluindo, em geral, assuntos relacionados à hidrodinâmica.

FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO: Mecânica – 1º ano, KAZUHITO e FUKU (2016)

A abordagem sobre mecânica dos fluidos no livro de Kazuhito e Fuku (2016) se restringe ao último capítulo de sua última unidade (Unidade 4). Como no caso do livro de Gonçalves Filho e Toscano (2016), esta obra também exclui de seu corpo os assuntos referentes à hidrodinâmica, que de acordo com a divisão de seus temas deveria compor a Unidade 3, onde são tratados assuntos de dinâmica.

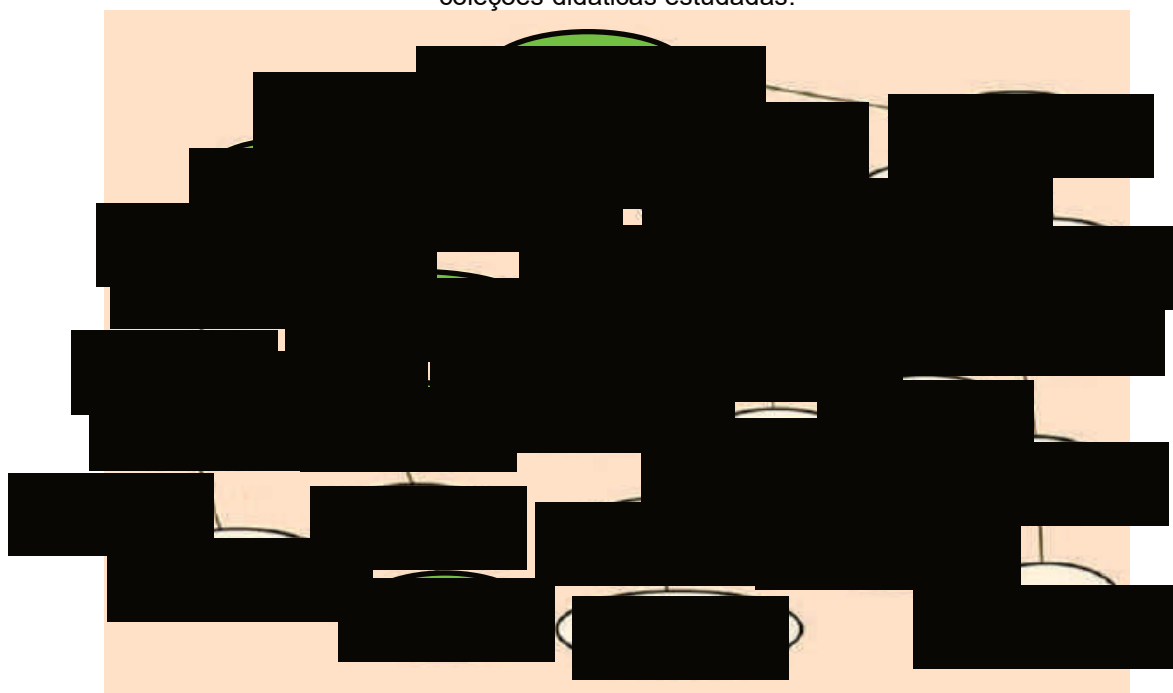
Ressaltamos ainda o papel secundário que os autores implicitamente dão à mecânica dos fluidos ao resumirem tanto o assunto (retratando brevemente apenas

a hidrostática) e o apresentarem apenas no último capítulo, uma vez que, provavelmente, poucos professores chegariam neste tópico, caso seguissem sequencialmente os capítulos do livro no decorrer do ano letivo.

Aspectos em comum das coleções estudadas

Para ilustrar os tópicos em comum entre as coleções didáticas estudadas, elaboramos a Figura 2, onde destacamos os conteúdos de Mecânica dos Fluidos que aparecem, simultaneamente, em todas as quatro coleções anteriormente analisadas.

Figura 2: Mapa de Nave (2016) demarcado em verde com os conteúdos em comum entre as coleções didáticas estudadas.



Fonte: Nave (2016). Adaptação e tradução nossa.

Percebemos uma grande importância dada aos tópicos relacionados a *Pressão e Princípio de Pascal*, ao passo que assuntos correlatos a *Tensão da Parede* e *Força de Arrasto* são, de maneira geral, temas secundários.

Atualizar e modificar livros didáticos e os currículos oficiais com o passar dos anos é uma necessidade plausível. No entanto, no que tange ao conteúdo de Mecânica dos Fluidos, tal revisão tornou os currículos e, por consequência, as coleções didáticas cada vez mais pobres em termos conceituais. Assuntos como *Força de Arrasto*, *Tensão da Parede*, *Energia Interna* e *Lei de Poiseuille* são tão significativos para a Física quanto *Pressão e Princípio de Pascal*, e, portanto, também são pertinentes para a Educação Básica.

Currículo do Estado de São Paulo, São Paulo (2011)

O Currículo do Estado de São Paulo apresenta um quadro de conteúdos e habilidades em Física onde explicita muitos tópicos a serem abordados nas aulas de Física. No entanto, ao pretender listar conteúdos, deixa muitas questões em aberto, como assuntos relacionados à Mecânica dos Fluidos. Ao contrário do currículo da

década 50, que contempla a maioria dos tópicos de “Mecânica dos Fluidos” apresentados no trabalho de Nave (2016) e expressos no livro de Freitas (1953), o Currículo do Estado de São Paulo se resume, quanto aos assuntos correlatos à “Mecânica dos Fluidos”, a apenas “Condições para o equilíbrio de objetos e veículos no solo, na água ou no ar, caracterizando pressão, empuxo e viscosidade” e “prensas hidráulicas”, contemplando apenas 4 dos 25 tópicos de Fluidos indicados nos mapas conceituais de Nave (2016), sendo eles: *Pressão*, *Pressão Hidráulica*, *Empuxo* e *Viscosidade*. Vale ressaltar que o termo “Mecânica dos Fluidos” não aparece no documento.

De acordo com o documento, são “apresentados elementos para subsidiar os professores em suas escolhas e práticas” (SÃO PAULO, 2011). Dessa forma, o documento atribui ao professor autonomia para delinear parte dos assuntos a serem abordados em sala. Ou seja, isso implicará que dificilmente o docente optará por dar aulas de determinados assuntos (ou se aprofundar neles) se, em sua formação, foram deficitários em alguns assuntos, como a Mecânica dos Fluidos.

Importante salientar que as mudanças ocorridas nos currículos oficiais (e consequentemente nos manuais didáticos acessíveis ao professor), ao privilegiarem determinados assuntos e retirarem outros, podem também ter sido um dos fatores determinantes para o desuso de certos materiais didáticos do laboratório (como o areômetro que encontramos) e também do próprio espaço, já que perderam sua utilidade perante os novos currículos.

Considerações Finais

Com o apoio da direção da escola, foi possível realizar uma pesquisa de materiais didáticos em um laboratório didático de Física desativado. O trabalho foi além da reorganização do espaço e dos materiais, permitindo estudar, a partir dos aparatos presentes no laboratório, evidências de mudanças curriculares e empobrecimento de conteúdos (particularmente de Mecânica dos Fluidos).

Ao investigar materiais experimentais em um laboratório didático com pouco uso, em uma escola de Educação Básica, constatamos que ao longo do tempo alguns assuntos e experimentos, como o Areômetro de Nicholson, foram caindo em desuso. Tal situação evidencia a “alteração do conteúdo ensinável”, como consequência de um redirecionamento curricular, privilegiando outros assuntos. Isso possivelmente implicou também no abandono destes experimentos como práticas de laboratório para o Ensino de Física.

Analisando a situação do laboratório didático de Física e de seus materiais, observamos que algumas das razões mencionadas por professores para a não utilização de laboratórios didáticos com atividades experimentais, como falta de espaço adequado e materiais, não foram observadas na escola estudada.

Consideramos que os saberes disciplinares e curriculares, apontados por Gauthier (1998), são expressos nos conteúdos da formação inicial e nos manuais didáticos. Ao estudar livros e materiais experimentais antigos e contemporâneos, constatamos que alguns assuntos desapareceram no Ensino de Física da Educação Básica, ao comparar as décadas de 1950 com a de 2010. Os livros didáticos, vetores da difusão do conhecimento curricular, evidenciam que alguns conteúdos “perderam sua utilidade escolar”.

No caso de tópicos de Mecânica dos Flúidos, o pouco uso de laboratório parece não decorrer apenas de uma mudança metodológica (predomínio de aulas expositivas), mas principalmente de mudanças curriculares. Além disso, professores podem deixar de fazer uso de atividades experimentais por não dominarem o conteúdo e sentirem-se inseguros, corroborando para o abandono do laboratório e até mesmo o esquecimento de alguns materiais experimentais.

O laboratório didático passou a ser visto apenas de maneira funcional, e não mais um ambiente para cultivar a cultura científica. O que não for de uso no momento, ou seja, sem funcionalidade curricular ou conceitual, acaba por virar “lixo didático” para as gerações seguintes.

Observamos no acervo estudado outros materiais ainda não identificados, com potencial para novos estudos, de forma a caracterizar experimentos que não são mais usuais nas aulas de Física. A pesquisa realizada evidencia, também, que o estudo de locais e materiais em desuso podem oferecer grandes contribuições para entender parte da história e da problemática da metodologia de Ensino de Física.

Agradecimentos

Ao apoio do LaPEMID CEAPLA IGCE – UNESP, campus de Rio Claro (SP).

Referências

BONJORNO, J. R. et al. **FÍSICA: Mecânica**, 1º ano. 3ª ed. São Paulo: Editora FTD, 2016.

BRASIL. Portaria nº 1.045, de 14 de dezembro de 1951. **Expede os planos de desenvolvimento dos programas mínimos de ensino secundário e respectivas instruções metodológicas**. Diário Oficial [dos Estados Unidos do Brasil], Brasília, DF, 22 fev. 1952. Seção I, p. 65-84.

FREITAS, A. **Curso de física: 4ª série – mecânica, barologia, termologia**. 3ª ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1953.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1998.

GOMES FILHO, F. A. **Física para o primeiro ano colegial**. 22ª ed. São Paulo, SP: Companhia Editora Nacional, 1960.

GONÇALVES FILHO, A. e TOSCANO, C. **FÍSICA: Interação e Tecnologia**, 1º ano. 2ª ed. São Paulo: Editora Leya, 2016.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Alinea, 2007.

KAZUHITO e FUKU. **Física para o Ensino Médio**, 1º ano. 4ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2016.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro, EPU, 2013.

NAVE, R. **HyperPhysics**. 2016. Disponível em: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

RABONI, P. C. A. **Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

SÃO PAULO (SP). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. São Paulo, 2011.

EXPLORANDO A MATÉRIA, DO ÁTOMO A CÉLULA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR NA FORMAÇÃO DOCENTE

EXPLORING MATTER FROM ATOM TO CELL: AN INTERDISCIPLINARY PROPOSAL FOR TEACHER EDUCATION

Alexander Cunha¹, Lisiane Pinheiro², Marcelo Eichler³

¹UFRGS/Departamento de Física/ amcunha@ufrgs.br

²UFRGS/Programa de Pós-graduação em Ensino de Física/ lisianearaujopinheiro@gmail.com

³UFRGS/Departamento de Química Inorgânica/ marcelo.eichler@ufrgs.br

Resumo

O presente trabalho busca contribuir para as discussões sobre a interdisciplinaridade nos cursos de formação de professores de Física, Química e Ciências Biológicas por meio da análise da inserção de uma componente curricular interdisciplinar nestes cursos de licenciatura. Para isso, utilizamos como referencial teórico três matrizes de pensamento possíveis que, mesmo não sendo homogêneas e de consenso, são recorrentes e possuem características bem distintas, tanto na organização curricular, quanto no próprio objetivo de ensino da disciplina. A componente curricular foi organizada tendo uma temática que envolvesse conteúdo interdisciplinar a cada encontro e foi ministrada por dois professores que atuavam simultaneamente em sala de aula. Ao final da aplicação da proposta os alunos foram entrevistados e suas impressões acerca da experiência apresentaram características tanto da formação do perfil profissional como da constituição da componente curricular proposta, tais como a importância de uma abertura para o conhecimento, a disponibilidade para explorar os limites de sua área científica e o papel da construção de um currículo para a formação destes profissionais.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, formação docente, ensino de ciências

Abstract

This paper seeks to contribute to the discussions on interdisciplinarity in the training courses for teachers of Physics, Chemistry and Biological Sciences through the analysis of the insertion of an interdisciplinary curricular component in these undergraduate courses. For this, we used as a theoretical framework three possible thought matrices that, even though they are not homogeneous and of consensus, are recurrent and have very different characteristics, both in the curricular organization and in the discipline's own teaching objective. The curricular component was organized with a theme that involved interdisciplinary content at each meeting and was taught by two teachers who worked simultaneously in the classroom. At the end of the application of the proposal, the students were interviewed and their impressions about the experience showed characteristics both of the formation of the professional profile and of the constitution of the proposed curricular component, such as the importance of an openness to knowledge, the availability to explore the limits of its scientific area and the role of building a curriculum for the training of these professionals.

Keywords: Interdisciplinary, teacher education, science teaching

Introdução

A interdisciplinaridade é um termo presente já há algum tempo nas discussões sobre a educação no Brasil. Nos documentos oficiais nacionais há referências ao termo há mais de 20 anos, seja enquanto “princípio pedagógico” nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) de 1998, seja como “base na organização do Ensino Médio” nas DCNEM de 2012 (MOZENA e OSTERMANN, 2014). Já as discussões acadêmicas no Brasil são anteriores, podendo nos remeter aos anos de 1970 com destaque para pesquisadores como Ivani Fazenda, Hilton Japiassu e Eduardo Portela (PAVIANI, 2014).

A presença da interdisciplinaridade no ensino pode ser justificada por uma certa gama de argumentos, deste como uma forma para “melhor” contextualizar os conteúdos a serem ensinados, até enquanto crítica ao modelo disciplinar da organização escolar que distancia a formação do estudante da realidade prática do conhecimento. Há também distintos entendimentos sobre a abrangência do termo que, numa perspectiva epistemológica, derivou termos adjacentes como multidisciplinaridade e transdisciplinaridade (FAZENDA, 2013). Esta multiplicidade de possibilidades, aliada aos condicionantes presentes no cotidiano escolar, resulta em uma dificuldade prática e conceitual da interdisciplinaridade na escola.

Não há como excluir a formação inicial docente deste contexto, principalmente quando não se faz presente em seus currículos as discussões sobre interdisciplinaridade. Não fazemos aqui uma defesa do interdisciplinar frente ao disciplinar, afinal, tal como argumenta Fazenda (2013), não se faz interdisciplinaridade sem a disciplinaridade. Mas se já é recorrente que o ensino disciplinar já não é suficiente para as necessidades formativas atuais, é necessário que a interdisciplinaridade também se faça presente nos currículos de formação de professores.

Com a finalidade de contribuir para as discussões sobre a interdisciplinaridade nos cursos de formação de professores de física, química e biologia, neste trabalho iremos analisar a inserção de uma componente curricular interdisciplinar em cursos de licenciatura em Física, como obrigatória para os ingressantes a partir de 2018/1, e de Química e Biologia, como eletiva, em uma universidade pública federal do Rio Grande do Sul. Enquanto recorte para a nossa análise, neste trabalho, focamos na convergência entre as expectativas dos estudantes e a organização curricular proposta para a componente curricular.

Modalidades clássicas de organização curricular

A percepção de que as disciplinas escolares possuem uma história própria e não são somente um reflexo direto (com simplificações e vulgarizações) das disciplinas científicas que a nomeiam trouxe para a área de currículo uma nova possibilidade de análise: o estudo das organizações curriculares para além dos saberes de referência. Esta percepção se tornou saliente quando certos conteúdos escolares não são objetos de pesquisa das ciências de referência, como a gramática normativa nas Letras (CHERVEL, 1991) e a cinemática na Física (BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2005). Mas então, que outras organizações de estruturação curricular são possíveis para além dos saberes de referência?

Lopes (2008) sintetiza três matrizes de pensamento possíveis que, mesmo não sendo homogêneas e de consenso, são recorrentes e possuem características bem distintas, tanto na organização curricular, quanto no próprio objetivo de ensino da disciplina. Recorrente em documentos oficiais nacionais e referência quando se

discute avaliações externas, uma primeira matriz de pensamento se baseia no currículo por competências. Com uma sintonia com teorias curriculares de eficiência social, o currículo por competências aproxima conteúdos formativos com valores e visões de mundo, na perspectiva de moldar o aluno de forma a garantir uma formação eficiente a fim de atender o modelo produtivo dominante (LOPES, 2008). Ainda que neste modelo as disciplinas escolares possuam uma finalidade própria distinta das disciplinas científicas, há também uma normatização dos valores educacionais baseada numa suposta neutralidade e em prol de uma unidade nacional, que desconsidera a diversidade cultural presente na sociedade. As principais críticas a esta forma de organização curricular estão centradas nesta suposta neutralidade que ignora o currículo como prática social (que envolve disputas e legitimações culturais).

Uma segunda matriz de pensamento é mais recorrente na organização curricular dos cursos de graduação em que se tem como base as disciplinas científicas (o conhecimento especializado). Nos cursos de licenciatura esta organização está presente tanto nas disciplinas específicas (relacionadas à habilitação do formado) quanto nas disciplinas pedagógicas, em que é recorrente a área de Educação servindo de saberes de referência. Segundo Lopes (2008: p. 64), “a despeito das inúmeras diferenças entre as concepções teóricas [presentes nesta matriz] (...), de modo geral, o processo de ensino deve transmitir aos alunos a lógica do conhecimento científico”. Esta matriz de pensamento valoriza as disciplinas individuais e faz com que a interdisciplinaridade tenda a ser submissa ao campo científico especializado. O conhecimento, assim, não é problematizado, pensando-se em seus fins educacionais, o que dificulta uma perspectiva crítica da educação. Com isso, organizar uma componente curricular interdisciplinar com base somente em saberes científicos de referência restringe as possibilidades de trabalho interdisciplinar.

Por outro lado, um currículo também pode ser organizado a partir dos fins educacionais pretendidos. Numa organização própria que distancia as disciplinas escolares da forma de pensar as disciplinas científicas. Essa terceira matriz de pensamento proposta por Lopes (2008) é centrada nas disciplinas ou matérias escolares. Nesta perspectiva o currículo não é considerado um anexo externo à vida do estudante. O currículo pode ser organizado tendo como base, por exemplo, os problemas de saúde, de cidadania ou de meios de comunicação dos estudantes (entre outros). Metodologias que privilegiam a construção de objetos de investigação conjuntamente com os estudantes, como a de projetos, tendem a ser valorizadas nesta matriz. Cuidados com esta forma de organização são salientes nas discussões curriculares, como o pensar em atividades com valor intrínseco à vida do estudante, e não somente de prazer imediato e a necessidade de se relacionar essas atividades com novos campos de conhecimento para os estudantes, para que haja um movimento deste e que a escola realmente tenha um papel formativo (de ir além do que já se conhece) (LOPES, 2008).

O contexto da disciplina

A componente curricular interdisciplinar “Explorando a matéria: do átomo à célula”, tal como seu nome, poderia ser organizada a partir da aproximação de conteúdos disciplinares específicos, conforme a segunda matriz de pensamento explicitada no tópico anterior. Essa é uma forma de organização recorrente nos cursos de licenciatura, porém este formato dificultaria pensar a interdisciplinaridade para além das relações epistemológicas das relações entre os saberes disciplinares. Lenoir (2005) faz referência a outras perspectivas para se pensar a

interdisciplinaridade, como a prática (FOUREZ, 1997) e a fenomenológica (FAZENDA, 2013). Perspectivas estas que quando trabalhadas priorizam metodologias que envolvam a construção de objetos de investigação¹.

A componente curricular foi organizada tendo uma temática que envolvesse conteúdo interdisciplinar a cada encontro (com 4 aulas cada). Porém, a partir de problematizações que mobilizassem as discussões em torno da temática, buscou-se as dissonâncias entre as especificidades disciplinares e os limítrofes conceituais e metodológicos em torno da temática. Assim, mais do que consensos e confluências, os encontros foram marcados pelos limites e, muitas vezes, os confrontos disciplinares em torno da temática. A exemplo, uma das atividades desenvolvidas na componente curricular foi a de júri simulado.

Com esta perspectiva, a participação conjunta de professores e estudantes de disciplinas distintas foi essencial não só pelas perspectivas formativas que cada um vivenciará em sua trajetória acadêmica, bem como permitia que cada um colocasse em questão a sua formação como histórica e situada (FAZENDA e FERREIRA, 2013).

A análise realizada neste trabalho foca, portanto, em captar se as expectativas dos estudantes antes e após a realização da componente curricular foi convergente com a organização curricular proposta.

Metodologia de pesquisa

Esta constitui uma pesquisa qualitativa em educação na perspectiva de Creswell (2014), em que assumimos a noção de estudo de caso segundo a definição Stake (1999). A coleta dos dados apresentados neste artigo é referente a entrevistas realizadas com os licenciandos que cursaram a disciplina citada. Optamos pela entrevista semiestruturada (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Além das entrevistas foram utilizadas notas de campo, especialmente dos momentos de observação, tanto de aulas como de reuniões de preparação da disciplina. Todos estes momentos foram gravados em áudio e esses foram transcritos para fins de análise.

Para proceder à análise dos dados coletados utilizamos a técnica denominada Teoria Fundamentada em Dados (STRAUSS, 1987). Ela é uma metodologia de análise de dados qualitativos do tipo interpretativa, que se propõe a construir teoria a partir dos dados coletados ao longo do processo de investigação. Nesta perspectiva, é importante definir “teoria”, que é compreendida como o levantamento de padrões, conceitos, categorias e o estabelecimento de relações e articulações entre categorias que permita explicar e compreender o fenômeno estudado. Neste sentido, Strauss e Corbin (2008) apresentam um conjunto de procedimentos e técnicas para analisar dados, dentre os quais consta a microanálise, o processo de questionamentos, a técnica flip-flop, dentre outras. O fundamental para o desenvolvimento de uma Teoria Fundamentada nos Dados é a interpretação dos dados coletados, o que implica fazer comparações, identificar propriedades, padrões, conceitos, categorias e estabelecer relações. É por meio desta análise dos dados que o pesquisador busca uma interpretação sistematizada e uma explicação dos fenômenos e processos pesquisados.

A pesquisa que culminou na proposta interdisciplinar citada faz parte de uma tese de doutoramento e foi aplicada durante os dois semestres do ano letivo de

¹ Fourez (1997) propõe o trabalho interdisciplinar a partir de ilhas de racionalidade que possuem algumas características próximas à metodologia de projetos. Já Fazenda (2013) desenvolve pesquisas focando a interdisciplinaridade que surge a partir da ação do sujeito, o ser interdisciplinar.

2019. Analisamos seis entrevistas de licenciandos dos cursos de Física (3 licenciandos; identificados por F1, F2 e F5), Química (1 licenciando; identificado por Q6) e Ciências Biológicas (2 licenciandos; identificados por B3 e B4). As entrevistas foram realizadas ao final da componente curricular, no campus da universidade onde a proposta aconteceu nos meses de junho e novembro de 2019.

Análise dos dados

A seleção dos dados, bem como, a organização da análise aqui realizada, parte das expectativas que os estudantes expressaram ter ao se matricularem na componente curricular, até a percepção sobre a metodologia e a relação com o conhecimento trabalhados durante a componente curricular.

De início, alguns dos estudantes afirmaram não saber o que esperar da disciplina em termos de conteúdo a ser trabalhado.

B4 (Linha 10): ... eu não sabia o que esperar porque eu não tinha ideia de como era uma cadeira interdisciplinar. Não tive outra.

F5 (Linha 7): ... eu não sabia o que esperar ... porque é uma disciplina completamente diferente do que a gente tá acostumado ... e trabalhar a interdisciplinaridade ... então vamos ver o que é.

Esta falta de expectativa pode estar relacionada a dificuldade de se relacionar o título (do átomo à célula) com a proposta interdisciplinar. Fazer inferências sobre a relação do título com a proposta interdisciplinar da componente curricular pode parecer não ser difícil, entretanto, a opção dos estudantes foi de colocar em questão o que poderia ser essa relação, mais do que tentar respondê-la.

F1 (Linha 9): ... já tinha olhado a súmula porque eu já tinha feito xxx ... quando participei da disciplina xxx, me questionava por que tínhamos uma cadeira aleatória ... uma só e ainda desse conteúdo ... porque não tinha ligação nenhuma com a Física ... quando li a súmula dessa achei muito mais interessante ...

B4 (Linha 11): ... eu queria tentar ter uma visão de como que poderia juntar os três, para mim, parecia meio afastado. Esse tipo de abertura a novos conhecimentos também foi um motivador para a escolha da disciplina.

B3 (Linha 8): ... me interessei por ser uma disciplina diferente ... meio ponto fora da curva ... me proporcionaria uma vivência diferenciada, que eu não teria durante o meu curso de Biologia.

Eles reconheceram a componente curricular como tendo uma estrutura diferenciada em relação ao restante do curso que gerou uma inquietação motivadora da escolha em realizá-la. A própria aproximação entre as três disciplinas parecia algo afastado do que se imaginaria como presente em um curso de graduação disciplinar.

Assim, este interesse, tal como expresso pelos estudantes, pela componente curricular, mostra-os abertos a novos conhecimentos, um dos pré-requisitos, na visão de Fazenda (1992, 2001, 2002), para o exercício da interdisciplinaridade. Os estudantes estavam dispostos a explorar os limites dos seus cursos, interessando-se por áreas afins e reconhecendo isso como um ponto importante para uma prática interdisciplinar. Nesse sentido, por exemplo, um dos licenciandos expressa a percepção que um currículo pré-determinado (ou baseado em saberes de referência) não seja suficiente para a sua formação:

B3 (Linha 22): ... eu prefiro fazer um curso que me agregue conhecimento do que apenas cumprir um currículo pré-determinado.

Nesta fala percebe-se a importância que este aluno dá a sua formação, reconhecendo que apenas cumprir um currículo vai formá-lo profissionalmente, mas que talvez isso não seja suficiente para formá-lo um bom professor. Para Silva (2007), estas escolhas e disputas de conhecimentos a ser ensinados andam lado a lado com a elaboração do perfil que se pretende construir com o currículo. Afinal, o currículo carrega uma questão de identidade.

Após a realização da componente curricular, uma das estudantes reconheceu que uma organização curricular voltada para o ensino enquanto prática social do futuro professor foi determinante para a forma diferenciada que a disciplina foi desenvolvida:

F1 (Linha 35): ... a cadeira veio acrescentar muito ao currículo ... achei bom ... eu escolhi ela, li a súmula e gostei do que estava sendo proposto ali. Adorei a cadeira! (...) eu vi que um professor da licenciatura ia dar aula, então tem mais esse viés da licenciatura, da educação também, então pensei...talvez seja diferente... Foi um ganho para os licenciandos, foi muito melhor, eu gostei, porque a gente vai usar a interdisciplinaridade, como eu botei nas resenhas ... que eu estava levando para a aula ... essa parte interdisciplinar ... o trabalho final que eu fiz para a disciplina eu estou aplicando na sala de aula (residência pedagógica).

Esta forma diferenciada esteve presente na atividade de júri simulado que foi a aulas mais citadas na entrevista:

F1 (Linha 79): ... eu gostei muito do júri ... é uma atividade que tira o aluno da posição de receptor e o coloca na posição de construtor do seu conhecimento.

F2 (Linha 41): ... é uma atividade que remete a uma formação mais profunda. Eu consigo ver a interdisciplinaridade na atividade, mas acho que ela extrapola a Química, Física e Biologia. Acho que ela poderia abarcar todas as disciplinas do Ensino Médio (História, Geografia, Filosofia, Sociologia, etc)

B4 (Linha 42): ... gostei muito da atividade, principalmente pelo debate. Ele faz falta, acho que em nenhuma outra cadeira vou ter essa oportunidade ... essa atividade foi muito importante, porque não basta pesquisar só o teu tema, tu tem que pesquisar o tema do outro para ter uma ideia do todo.

B3 (Linha 51): ... essa foi a minha primeira experiência com a interdisciplinaridade. Percebi interdisciplinaridade permeando as três áreas, e as vezes ultrapassando, vai para as Ciências Sociais. A atividade contribuiu para uma futura experiência docente com a interdisciplinaridade. A gente não tem como aplicar uma atividade sem ter tido contato com ela em algum momento. O processo que ocorreu na cadeira de contato, de experiência, de criação, teria que ocorrer lá novamente quando eu fosse fazer essa atividade. Eu sinto que existe uma cobrança da interdisciplinaridade para os professores, mas não existe uma preparação para essa interdisciplinaridade. Por mais que nas cadeiras da pedagógicas a gente tenha contato com os outros cursos e tenha uma preparação, eu acho que o compartilhamento dos saberes entre os cursos não é tão forte.

Uma forma diferenciada presente não somente em uma das atividades da disciplina e que por meio da interdisciplinaridade foi possível aprender mais sobre o conteúdo disciplinar, além de ressignificá-lo:

F5 (Linha 19): ... eu gostei da aula da luz, porque a gente da Física tem uma visão ... campo elétrico ... e é isso. Aí começou a entrar no campo da Química da Biologia ... aí você tem uma outra visão ... aprofundamos ...

B3 (Linha 38): ... o que mais me marcou foi a primeira aula, começamos falando de cores, radiação e foi acabar eu tendo uma reflexão em relação ao efeito das drogas, tipo o LSD, como é que aquilo pode ocorrer. Que é

uma coisa que dentro da Biologia eu não tinha conseguido ligar os conceitos de como funciona, como é que da ingestão do químico vai acontecer ... isso era uma ligação que eu não tinha feito, mas consegui fazer na cadeira. São conhecimentos de biologia que eu aprofundi na cadeira.

F5 (Linha 53): Acho que essa cadeira está muito no final do curso (no curso noturno é no décimo semestre), mas eu preferia ter essa cadeira antes. Sei lá, no quarto semestre ... acho que terminando as Físicas básicas já dá para fazer ... depois que você termina as Físicas básicas, principalmente, já começa a dar aula ... aí eu acho que ter isso logo abre um novo jeito de pensar sobre os conteúdos ... que daí tu começa a tua experiência usando a interdisciplinaridade.”

Considerações Finais

A análise dos trechos das entrevistas apresentados nos levam a reconhecer a predisposição dos estudantes a componente curricular com uma organização diferenciada do curso. Essa característica de abertura ao conhecimento é muito citada por Fazenda (2002) como uma das características do perfil de um professor interdisciplinar. Há um espaço, ou mesmo reconhecimento por parte dos estudantes de que o currículo de formação de professores pode ser pensado e construído não só com base em saberes de referência.

Também verificamos uma identificação dos estudantes quanto a organização curricular de uma componente curricular proposta a partir da prática social do futuro professor. Isso não necessariamente significa que eles aprendem mais ou melhor do que as outras formas de organização curricular, mas que gera possivelmente um aprendizado diferente o que se torna relevante em um currículo organizado prioritariamente em saberes de referência (LOPES, 2008). Com esta forma diferenciada foi possível, inclusive, aprender mais sobre a sua própria disciplina, de uma forma que não é trabalhado na tradicional de organização curricular dos cursos de licenciatura baseada em saberes de referência.

As teorias críticas nos mostram que o currículo é um espaço de poder. Foram as teorias críticas que apresentaram o currículo como uma construção social, resultado de um processo histórico. É apenas uma contingência social e histórica que faz com que o currículo seja dividido em matérias ou disciplinas, que se distribua sequencialmente em intervalos de tempo determinados, que esteja organizado hierarquicamente. O mesmo pode-se dizer sobre os conhecimentos presentes no currículo, eles são parte de um processo de invenção social que escolhe certos conhecimentos e outros não (SILVA, 2000). O currículo tem significados que vão muito além daqueles aos quais as teorias tradicionais apontam. O currículo é lugar, espaço, território; é uma relação de poder; é trajetória, viagem, percurso. O currículo é também autobiografia, a nossa vida, o curriculum vitae: no currículo forja a nossa identidade. O currículo é texto, discurso, documento. O currículo é documento de identidade (SILVA, 2000, p. 155). É nesse viés que o currículo dos cursos de licenciatura precisa ser pensado, isto é, sem esquecer que a seleção de tópicos, disciplinas, carga horária, tudo isto é uma negociação de poder no interior dos grupos das instituições formadoras de professores, quer estejamos ou não conscientes disto.

Nessa perspectiva, não defendemos aqui a sobreposição de um currículo pautado na prática social sobre um pautado em saberes de referência. Até porque, reconhecemos que a constituição dos currículos de formação de professores é histórica e representa perspectivas educacionais muito enraizadas em nossa sociedade. A inserção de componentes curriculares construídas a partir de prática

social, entretanto, contribui para repensarmos essas perspectivas enraizadas de forma a compreender a complexidade que é a formação de professores. Assim, na proposição de um currículo híbrido (LOPES, 2008) na formação inicial docente, as investigações sobre as relações entre componentes organizadas a partir de saberes de referência e as organizadas a partir de práticas sociais podem nos auxiliar a pensar sobre as necessidades formativas dos professores.

Referências Bibliográficas

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Editora, LDA: Portugal, 1994.

BROCKINGTON, G. e PIETROCOLA, W. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Revista Teoria e Educação**, Porto Alegre, n. 2, Porto Alegre, p. 177-229, 1990.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Porto Alegre: Penso, 2014.

FAZENDA, I. Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas. In: FAZENDA, I. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** 2a. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

_____. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papyrus, 2002.

_____. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?** São Paulo: Edições Loyola, 1992.

_____. (org). **Dicionário em construção: interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez, 2001.

FAZENDA, I. e FERREIRA, N. R. S. **Formação de docentes interdisciplinares**. Curitiba: CRV, 2013.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Traducción de Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

LENOIR, Y. Três Interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. **E-Curriculum**, São Paulo, v. 1, n. 1, dez.-jul. 2005.

LOPES, A. C. **Políticas de integração curricular**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2008.

MOZENA, E. R. e OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Revista Ensaio: Belo Horizonte**, v. 16, n. 2, p. 185-206, mai-ago 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143770/000995950.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 de jan. de 2020.

PAVIANI, J. **Interdisciplinaridade: conceitos e distinções**. 3a. ed. rev. Caxias do Sul: Educs, 2014.

SILVA, T. T. da. **Teorias do currículo: uma introdução crítica**. Porto: Porto Editora, 2000.

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa**: estudando como as coisas funcionam. Tradução: Karla Reis; revisão técnica: Nilda Jacks. – Porto Alegre: Penso, 1999.

STRAUSS, Anselm L. **Qualitative Analysis for Social Scientists**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

A SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA NOS LIVROS DO ENSINO SUPERIOR

THE SECOND LAW OF THERMODYNAMICS IN TEXTBOOKS OF UNIVERSITY EDUCATION

Debora Coimbra¹, Olival Freire Junior²

¹Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal/
debora.coimbra@ufu.br

²Universidade Federal da Bahia/ Instituto de Física/ olivalfreire@gmail.com

Resumo

Processos espontâneos têm uma direção preferencial e essa irreversibilidade está associada ao conceito de entropia. A universalidade da segunda lei da termodinâmica permite abordar sistemas reais, considerando determinadas idealizações. Mapear como a termodinâmica é tratada em livros didáticos amplamente utilizados no ensino superior é o foco desse trabalho. A teoria antropológica do didático foi utilizada como ferramenta de análise. Nas obras analisadas foi possível identificar aspectos históricos da termodinâmica no século XIX, cobrindo desde os trabalhos de Carnot até as sistematizações de Clausius, Kelvin e Planck, na formulação de uma termodinâmica fenomenológica, e de Maxwell e Boltzmann, na fundamentação estatístico-microscópica destas leis. As representações diagramáticas dos ciclos, assim como os exemplos de sistemas físicos, são cuidadosamente trabalhadas, mas, nem sempre os potenciais termodinâmicos. Apontamos a necessidade de atualização do saber a ensinar tendo em vista as propostas de fundamentação da segunda lei ao longo do século XX e a termodinâmica estocástica.

Palavras-chave: Livros-texto; Segunda Lei da Termodinâmica, Entropia, Transposição Didática

Abstract

Spontaneous processes have a preferential direction and this irreversibility is related to the concept of entropy. The universality of the second law of thermodynamics allows to address real systems, considering certain idealizations. The focus of this work is to map how thermodynamics is presented in textbooks widely used in higher education. The Anthropological Theory of Didactics was used as a tool for analysis. In the textbooks analyzed, it was possible to identify historical aspects of thermodynamics in the 19th century, covering from the works of Carnot to systematizations of Clausius, Kelvin and Planck, in the formulation of phenomenological thermodynamics, and Maxwell and Boltzmann, in the statistical-microscopic basis of these laws. The diagrammatic representations of the cycles, as well as the examples of physical systems, are carefully worked out, but not the thermodynamic potentials. We point out the need to update the knowledge to be taught in view of the attempts to establish the second law throughout the 20th century and stochastic thermodynamics.

Keywords: Textbooks; Second Law of Thermodynamics; Entropy; Didactic Transposition.

Introdução

No Ensino Superior, os livros didáticos têm a função de promover uma visão organizada do conhecimento científico consensual a uma determinada comunidade. No ensino de Física, muitas vezes, esses são elaborados por personalidades de destaque nas pesquisas acadêmicas nas diversas subáreas com foco na formação de novos pesquisadores e foram se impondo pela tradição. Nas instituições de ensino superior brasileiras, apesar das reformulações curriculares periódicas, podemos perceber que as fichas das disciplinas, em muitos casos, carecem de atualização e é possível identificar em seus conteúdos programáticos, cópias de sumários de livros-texto padrão. Kuhn sintetiza a visão predominante sobre a formação em ciências naturais:

Via de regra, os alunos de graduação e de pós-graduação em Química, Física, Astronomia, Geologia ou Biologia, assimilam o conteúdo substantivo de seus campos de livros escritos especificamente para estudantes. [...] Esses estudantes tampouco são encorajados a ler os clássicos de seus campos – nos quais poderiam descobrir outros modos de considerar os problemas discutidos nos manuais, como também problemas conceitos e padrões de resolução que suas futuras profissões já há muito descartaram e substituíram. Em vez disso, os diversos manuais com que os alunos de fato se confrontam apresentam diversos assuntos, mas não, como em muitas das ciências sociais, diversas abordagens de um mesmo campo de problemas. Até livros que concorrem à adoção num mesmo curso diferem em exigências e detalhes pedagógicos, mas não em substância ou estruturação conceitual (2011, p. 245).

Ao longo de décadas, alguns conteúdos curriculares adquiriram certa estabilidade, em função de um consenso tácito sobre as razões e formas para seu ensino. A teoria da transposição didática (CHEVALLARD *apud* ALMOULOU, 2015) é uma ferramenta apropriada para a análise do processo de como o saber científico (saber sábio, entendido como o conhecimento científico organizado) é reelaborado e resignificado como um saber didatizado (saber a ensinar, aquele dos programas e livros didáticos), visando identificar relações entre os sujeitos, instituições e o saber. Para que seja possível a transposição didática, os conteúdos sofrem uma reelaboração e uma reorganização, sendo pensados em uma concepção lógica e sem muita preocupação com as origens histórico-filosóficas dos conceitos. Nesse trabalho, os sujeitos considerados são os autores de livros didáticos voltados para o ensino superior e o saber foco de interesse é a Segunda Lei da Termodinâmica.

Desdobramentos e sistematizações da teoria, inicialmente no âmbito da educação matemática, levaram à teoria antropológica do didático. Almouloud (2015) propõe uma metodologia de análise de livros didáticos considerando os dois tipos de praxeologia associadas a um dado saber: a organização matemática e a organização didática. Estamos interessados em mapear como livros didáticos amplamente utilizados no ensino superior apresentam a organização do conteúdo (o correspondente à organização matemática) para os temas de interesse. Mesmo considerando que a organização didática é crucial para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem, por sua extensão, não será foco nesse trabalho.

Aspectos metodológicos

Os livros selecionados são manuais de ampla disponibilidade nas bibliotecas das instituições de ensino superior nacionais, também disponíveis em livrarias e distribuidores de livros usados. Outro critério para a escolha foi considerar se a obra ou o autor apresentavam algum tipo de premiação. O Quadro I apresenta as obras analisadas e as láureas.

Quadro I: Obras analisadas, premiações recebidas pela obra ou pelo autor.

Ref.	Obra	Apreciação
[1]	Chaves (2001) Física	Prêmio Jabuti 2002 ¹
[2]	Nussenzveig (2004) Curso de Física Básica	Prêmio Jabuti 1999 ²
[3]	Resnick, Halliday & Krane (2011) Física	O primeiro autor foi agraciado com a Medalha Oersted ³ em 1975.
[4]	Young & Freedman (2016) Física II	Os autores das primeiras edições foram premiados com a Medalha Oersted em 1957 (Zemansky) e em 1962 (Sears).
[5]	Feynman, Leighton & Sands (2008) Lições de Física de Feynman: edição definitiva	O primeiro autor foi agraciado com a Medalha Oersted em 1972 e com o Prêmio Nobel de Física em 1965

Na perspectiva da teoria antropológica do didático (ALMOULOU, 2015), a análise ecológica de um objeto do saber é organizada com base nos conceitos de *habitat* (o lugar no currículo que o objeto ocupa e seu ambiente conceitual) e de nicho (função desse objeto no todo). Na próxima seção, identificamos a organização dos conceitos de termodinâmica nos livros relacionados no Quadro I focando especificamente em entropia, descrevendo como é apresentada e com qual finalidade. O habitat está nos cursos de física básica para cientistas e engenheiros, nos segundos ou terceiros semestres do início da graduação. O nicho deste é desenvolvido pela conexão com as ideias de irreversibilidade e de desordem.

Escopo da Termodinâmica e Apresentação da Segunda Lei

Theory of Heat é um compêndio de termodinâmica básica (MAXWELL, 1902), com intenções didáticas. Segundo Nóbrega, Freire Jr. e Pinho (2013), a escrita dessa obra foi iniciada quando Maxwell revisou, a pedido de Tait, o livro de autoria do último sobre termodinâmica e a sua história. A organização do tratado é discriminada em seu Prefácio:

O objetivo deste livro é exibir a conexão científica dos vários passos pelos quais nosso conhecimento dos fenômenos envolvendo o calor foi elucidado. O primeiro desses passos é a invenção do termômetro, o que possibilitou o registro e a comparação de temperaturas. O segundo passo é a medição de

¹ Premiado em 2002, na categoria Ciências Exatas, Tecnologia e Informática, disponível em <https://www.premiojabuti.com.br/premiados-por-edicao/premiacao/?ano=2002>

² Premiado em 1999 na mesma categoria que [1], disponível em <https://www.premiojabuti.com.br/premiados-por-edicao/premiacao/?ano=1999>

³ Láurea para contribuições no Ensino de Física. Disponível em <https://www.aapt.org/Programs/awards/oersted.cfm>

quantidades de calor, ou calorimetria. Toda a ciência do calor está baseada em Termometria e Calorimetria e, quando essas operações são apreendidas, podemos avançar para o terceiro passo, que é a investigação das relações entre as propriedades térmicas e mecânicas das substâncias que constituem o objeto da Termodinâmica. A totalidade dessa parte do tema depende da consideração da energia intrínseca de um sistema de corpos [...] esses processos, pelos quais a energia torna-se indisponível como fonte de trabalho, são classificados juntos, sob a denominação de Dissipação de Energia, e compõem a próxima divisão do livro. O último capítulo é dedicado à explicação de vários fenômenos por meio da hipótese de que os corpos são constituídos de moléculas, de cujo movimento resulta o calor desses corpos. (MAXWELL, 1902, pp. v-vi)

Essa proposta de organização é observada em diversas obras voltadas ao assunto em nível superior, principalmente aquelas de caráter introdutório focando esse trabalho. Isto se explica pela enorme influência de Maxwell sobre seus contemporâneos ou pelo histórico do surgimento desta teoria. Afinal, uma história da termodinâmica no século XIX, deve cobrir desde os trabalhos de Carnot até as sistematizações de Kelvin e Planck, passando pelos trabalhos seminais de Thomson e Clausius, na formulação de uma termodinâmica fenomenológica, e de Maxwell e Boltzmann, na fundamentação estatístico-microscópica destas leis.

Chaves (2001, p. 16) define a termodinâmica como

uma ciência ímpar dentro da física. Sua estrutura lógica é muito distinta daquela envolvida na mecânica, no eletromagnetismo, na mecânica quântica etc. [...] As leis da termodinâmica têm um caráter totalmente distinto, e não são leis de movimento. A descrição que a termodinâmica faz dos sistemas físicos é sempre macroscópica.

O Capítulo 36 de [1] (Quadro I) segue então definindo equilíbrio termodinâmico, térmico e escalas termométricas. Seguindo a mesma sequência histórica da obra de Maxwell (1902), aborda calorimetria e dilatação térmica. Discute a primeira lei da termodinâmica no Capítulo 37 e a segunda é introduzida no Capítulo 38, também seguindo o roteiro histórico de abordar as máquinas térmicas e o ciclo de Carnot. A segunda lei propriamente dita é tratada na seção 38.4, através da afirmação da inexistência de máquina térmica ou refrigerador perfeitos (moto-contínuo de segunda espécie), ou seja, uma máquina que transforme em trabalho todo o calor retirado de uma fonte; ou que transporte calor da fonte fria para a fonte quente sem receber trabalho externo (CHAVES, 2001, p. 47). Explicita na Seção 38.5 o caráter universal do rendimento das máquinas reversíveis como decorrência da segunda lei e a consequente definição da temperatura termodinâmica sem fazer referência a nenhum tipo de sistema físico específico. A entropia é definida na Seção 38.6 e associada à irreversibilidade na seção seguinte, na qual a segunda lei é apresentada segundo a formulação entrópica.

A teoria cinética dos gases é sintetizada no Capítulo 39, no qual a associação da entropia a um aumento da desordem do sistema consta na Seção 39.4, apresentando a formulação de Boltzmann para a grandeza referida. Destaca nas seções subsequentes que a desordem em nível microscópico não é unicamente configuracional, citando a necessidade de quantificação, de forma definida e precisa, da desordem cinética. A termodinâmica analítica de Gibbs é sintetizada no Capítulo 40 – O estado de equilíbrio, pela introdução gradativa dos potenciais termodinâmicos, justificada pela análise de sistemas em que algumas variáveis termodinâmicas são mantidas constantes. O estado de equilíbrio de um sistema isolado é definido pelo autor como aquele em que sua entropia é máxima. O

Capítulo 41 – Introdução à Física Estatística, inicia explicitando o escopo da teoria, traçando um breve histórico da sua invenção no final do século XIX e início do século XX. Em suas palavras:

A mecânica estatística é uma das ferramentas teóricas mais importantes para a pesquisa em física na atualidade. Com efeito, a enorme maioria dos sistemas de interesse para a ciência e tecnologia modernas são macroscópicos no sentido termodinâmico, contendo um número muito grande de partículas, e por isso não podem ser tratados em termos de equações de movimento na forma prescrita pelo paradigma newtoniano. Os métodos probabilísticos introduzidos pela mecânica estatística são a forma encontrada para buscar a compreensão do comportamento desses sistemas em termos das propriedades das suas partículas constituintes. [...] um sistema é considerado macroscópico (no sentido termodinâmico) quando contém um número de átomos suficientemente grande para que as leis da termodinâmica e da mecânica estatística possam ser aplicadas a ele (CHAVES, 2001, P. 88).

Identificamos, nesse excerto, que apesar de ser a única obra a mencionar explicitamente a universalidade da segunda lei, esta é restrita a sistemas com muitos corpos, nos quais uma descrição estatística pode ser adotada. Dentre as hipóteses fundamentais apresentadas logo nas seções iniciais do capítulo, está o postulado das probabilidades iguais, *a priori*, segundo o qual todos os microestados de mesma energia de um sistema em equilíbrio são igualmente prováveis. O autor destaca que esse postulado está embutido na fórmula de entropia de Boltzmann e que, se não for válido, a entropia assim definida não é equivalente à definida pela segunda lei da termodinâmica. O caráter extensivo da grandeza implicaria, ainda, na inalteração do número de microestados acessíveis. Na sequência, o autor deduz a lei zero da termodinâmica (lei do equilíbrio térmico) a partir do postulado referido, em combinação com a extensividade da energia e da entropia, aborda de forma simples o ensemble canônico e aplica o formalismo a sistemas de interesse.

No segundo volume da obra [2] (Quadro I), Nussenzveig (2004) discute a termodinâmica e noções de mecânica estatística nos Capítulos 7 a 11, se valendo da organização preconizada por Maxwell mencionada. As considerações a respeito do domínio de validade da teoria, tendo em vista a natureza estatística das suas leis, já são indicadas na introdução do Capítulo 7, “A validade destas leis resulta do fato que se aplicam a sistemas formados por um grande número de elementos” (NUSSENZVEIG, 2004, p. 157). Ao diferenciar as descrições macroscópica da microscópica, o autor sintetiza:

Inicialmente, vamos partir da formulação empírica das leis, sem nos preocuparmos com a explicação microscópica [...] Partindo de um pequeno número de leis básicas, a termodinâmica leva a muitas consequências importantes, de grande generalidade. Uma vez obtida a explicação microscópica das leis básicas, não é preciso procurá-las para cada uma das consequências. [...] Com a segunda lei da termodinâmica, aparece pela primeira vez na física a “seta do tempo”, ou seja, o fato de que existe uma direção espontânea de ocorrência dos fenômenos, que é geralmente irreversível. A conexão entre a segunda lei e a irreversibilidade é um dos problemas mais profundos da física (NUSSENZVEIG, 2004, p. 157).

A segunda lei é introduzida no Capítulo 10 da referida obra, abordando inicialmente o caráter unidirecional de processos macroscópicos. Na sequência, os enunciados de Clausius e Kelvin e a equivalência entre eles são apresentados, com menção explícita ao moto-contínuo de segunda espécie (p. 208). Os teoremas de Carnot e de Clausius são detalhados e a entropia é introduzida como função de

estado e a função do fator $1/T$, no qual T é a temperatura, é explorada. Segue-se aplicações: o cálculo da entropia para processos reversíveis e irreversíveis e a formulação entrópica da segunda lei.

A teoria cinética dos gases como preconizada no livro de Maxwell é apresentada no Capítulo 11, a partir de um apanhado histórico dos desenvolvimentos da química, referentes à teoria atômica, culminando no teorema de equipartição de energia. As aplicações para sólidos e gases finalizam o capítulo. Noções de mecânica estatística são tratadas no Capítulo 12, abordando a distribuição de velocidades de Maxwell e o movimento browniano. Na Seção 12.5 (NUSSENZVEIG, 2004, p. 290), o autor explora a interpretação probabilística da entropia, e na subsequente, a seta do tempo termodinâmica, pois,

[...] para sistemas macroscópicos que não estejam em equilíbrio termodinâmico [...] a entropia do sistema tende a aumentar. Note que essa é uma afirmação probabilística, ou seja, não podemos afirmar que a entropia sempre aumenta a cada instante, porque pode haver flutuações. Entretanto, como vimos, para um sistema macroscópico, flutuações de amplitude apreciável são extremamente raras.

O autor continua a seção abordando o “paradoxo da reversibilidade” de Loschmidt e de como se desvencilhar deste. Finaliza analisando a seta do tempo cosmológica e, apesar de ultrapassarem o escopo da obra, o autor considera

As teorias cosmológicas baseiam-se em grandes extrapolações do domínio de validade comprovado das leis físicas conhecidas, e os dados de observação, além de escassos, estão sujeitos a incertezas consideráveis, de modo que é preciso encarar com cautela os argumentos apresentados. Na física quântica, a preparação e observação de um sistema introduzem novos elementos de irreversibilidade. Não podemos abordar aqui esses e outros aspectos do problema da seta do tempo, que continua sendo um dos mais profundos e fascinantes da física (NUSSENZVEIG, 2004, p. 293).

No prefácio da quinta edição do seu *Física*, Resnick, Halliday e Krane (2011) destacam que o material sobre termodinâmica foi reelaborado para quatro capítulos, um a menos que na edição anterior, incorporando num único capítulo (o vigésimo segundo) noções de teoria cinética e mecânica estatística. A termometria e a dilatação térmica são tratadas no Capítulo 21 de [3] (Quadro I). O Capítulo 24 analisa as duas formas equivalentes de definir a entropia, seja pela abordagem macroscópica, discutindo a impossibilidade de máquinas térmicas e refrigeradores perfeitos; seja a microscópica, envolvendo o cômputo dos modos de distribuição dos átomos ou moléculas que compõem o sistema, explorado nas duas últimas seções do capítulo. Os autores apontam a necessidade de uma definição de desordem apropriada ao processo em estudo, para o fim de associação com a de entropia.

Não há diferença significativa em termos dos objetos físicos referentes aos capítulos de termodinâmica tratados em [3] em relação ao *Física II*, de Young e Freedman [4]. Os objetos matemáticos e as representações dos ciclos, assim como os exemplos de sistemas físicos, são cuidadosamente detalhados neste último. Em conformidade com o apontado por Lucena e Chiappin, esta abordagem centrada nos ciclos é conveniente pois

[...] as informações relevantes sobre o sistema são obtidas, por um lado, a partir de aspectos macroscópicos, como a variação do volume do recipiente que contém a substância de trabalho e, por outro, a partir da propriedade geométrica do diagrama pressão por volume onde a área circunscrita pelo ciclo é numericamente igual ao trabalho realizado. Como estratégia de solução de problemas, a termodinâmica de ciclos aplica o princípio da

conservação da energia a ciclos particulares, geralmente reversíveis, combinando assim a primeira com a segunda leis (2017, p. 292).

Ambas as obras não reservam maiores destaques à universalidade da segunda lei e na última, a associação da entropia à desordem do sistema leva a impressão de que a única desordem possível, ou a mais relevante, é a configuracional. Outras diferenças perceptíveis são em relação a objetos didáticos, como a escolha de exemplos e a maior elucidação de detalhes matemáticos. Essas obras diferem das duas primeiras também na perspectiva epistemológica.

Em seu consagrado *Lições de Física* [5], Feynman (2008) introduz a perspectiva atômica desde o início do Capítulo 39 Teoria Cinética dos Gases para entender várias propriedades da matéria e as leis da termodinâmica. Baseado na hipótese de que as propriedades gerais da matéria devem ser explicadas em termos dos seus constituintes, o autor organiza os teoremas principais da mecânica estatística no capítulo seguinte, aplicando a fenômenos como a evaporação ou a solidificação de um gás ou a obtenção dos seus calores específicos; ao movimento browniano no capítulo subsequente e a outros fenômenos como emissão termiônica, ionização térmica e cinética química no Capítulo 42, e condutividades iônica e térmica, juntamente ao problema da difusão molecular no Capítulo 43.

As leis da termodinâmica propriamente ditas são abordadas no Capítulo 44, através da análise de uma máquina térmica movida a elásticos de borracha. Discute as condições para a conversão de calor em trabalho, o conceito de eficiência e a sexta seção versa especificamente sobre a entropia como função de estado, sendo finalizada com uma síntese das leis e enunciados.

De modo análogo ao observado no livro de Chaves (2001) e em concordância com a proposta geral das *Lições*, os potenciais termodinâmicos são introduzidos pela via de situações no Capítulo 45 da obra [5] e a relação entre entropia, ordem e desordem, em estreita análise com a possibilidade de violação da segunda lei é explorada no Capítulo 46 – Catraca e lingueta. Nesse capítulo, Feynman propõe um dispositivo constituído de uma caixa de gás contendo no seu interior, uma roda dentada acoplada a um eixo, cuja outra extremidade apresenta fixada uma catraca com lingueta, para travar os dentes daquela de modo a permitir a rotação em apenas uma direção. Ao eixo poderia ser atado um barbante e uma pulga poderia ser erguida com ele, através do movimento fornecido pelo impacto das moléculas do gás nos dentes da roda. Feynman relaciona o movimento browniano das partículas e da própria catraca, para justificar pela condição de equilíbrio que a roda não girará. Na seção destinada a discussão da reversibilidade, identifica a situação citada com o dispositivo proposto por Maxwell que violaria a segunda lei por permitir o acúmulo de partículas com maior velocidade numa única das caixas de um sistema composto por duas, conectadas por um orifício pequeno. Esse, estaria encoberto por uma portinhola, que poderia ser fechada ou aberta por um demônio em função da aproximação das partículas de maior velocidade. Pela analogia clara entre as duas situações, Feynman utiliza o movimento browniano para mostrar a inviabilidade do demônio cumprir sua tarefa. O capítulo é finalizado com a discussão da seta do tempo e salienta a importância do atrelamento dos sistemas ao universo.

Considerações Finais

Nossa análise evidencia a carência, salvo no caso do livro de Feynman [5], de uma apresentação crítica da fundamentação da universalidade da segunda lei,

problema ao qual Maxwell dedicou o seu demônio. O problema foi retomado por físicos como Leo Szilard e Rolf Landauer, e foi subsumido, ao longo do século passado, na emergência e relevância do conceito de informação (MAGOSSI e PAVIOTTI, 2019); atualmente, o tema é pesquisa de fronteira envolvendo termodinâmica e mecânica quântica. Assim, os livros-texto, em sua maioria, privam seus leitores deste problema conceitual, de história inconclusa de mais de um século. A transposição didática deste problema certamente ajudaria a compreensão da natureza da própria ciência e da sua produção.

No Ensino Superior, o conhecimento dos saberes nem sempre se pauta na compreensão dos fenômenos e dos problemas que lhes deram origem ou na sua aplicabilidade. Ao ser transposto do contexto da criação (o do fazer científico e da literatura especializada) ao da aprendizagem (o saber a ensinar, presente nos manuais didáticos), um conceito é ressignificado, porém, deve manter semelhanças com a ideia original da comunidade de pesquisa. A modernização deve dar-se de modo à instrução formal pretendida não se limitar àquela que se encontra diluída na cultura da sociedade. A abordagem pouco cuidadosa em relação ao conceito de entropia e sua associação simplista com a ideia de desordem numa perspectiva exclusivamente configuracional identificada em algumas obras de grande sucesso para a formação universitária descortinam a necessidade da elaboração de materiais didáticos que participem o indivíduo em formação das questões e contradições sócio-históricas e culturais da sociedade contemporânea.

Referências

- ALMOULOUD, S. Teoria Antropológica do Didático: metodologia de análise de materiais didáticos. **Unión Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, v. 42, pp. 09-34, 2015.
- CHAVES, A. S. **Física: sistemas complexos e outras fronteiras**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001.
- FEYNMAN, R. P.; **Lições de Física de Feynman: edição definitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008
- KUHN, T. S. **A Tensão Essencial: estudos selecionados sobre a tradição e mudança científica**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.
- LUCENA, J.; CHIAPPIN, J. R. N. A Geometria como Instrumento Heurístico da Reformulação da Termodinâmica na Representação de Ciclos para a de Potenciais. **Principia** v. 21, n. 3, pp. 291–315, 2017.
- MAGOSSI, J. C.; PAVIOTTI, J. R. Incerteza em Entropia. **Revista Brasileira de História da Ciência** v. 12, n. 1, pp. 84-96, 2019.
- MAXWELL, J. C. **Theory of Heat**. Londres: Longmans, Green and Co., 1902.
- NOBREGA, M. L.; FREIRE JR, O.; PINHO, S. T. R. Max Planck e os Enunciados da Segunda Lei da Termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v. 35, n. 2, 3601 (2013).
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica** v. 2, 4ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física** v. 2, 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II, Sears e Zemansky**: termodinâmica e ondas 14^a ed. São Paulo: Pearson, 2016.

FÍSICA NA DIALOGIA POP: A PRESENÇA DA CIÊNCIA NA MÍDIA SOB A PERSPECTIVA DOS ESTUDOS CULTURAIS

PHYSICS IN POP DIALOGY: THE PRESENCE OF SCIENCE IN THE MEDIA UNDER THE PERSPECTIVE OF CULTURAL STUDIES

Emerson Ferreira Gomes¹, João Eduardo Fernandes Ramos², Francisco de Assis Nascimento Júnior³, Luís Paulo de Carvalho Piassi⁴

¹IFSP/Câmpus Boituva, emersonfg@ifsp.edu.br

²UFPE/Câmpus Agreste/Núcleo de Formação Docente, joao.framos@ufpe.br

³UFSB/ Campus Sosígenes Costa, francisco.nascimento@ufsb.edu.br

⁴USP/Escola de Artes, Ciências e Humanidades, lppiassi@usp.br

Resumo

Esta pesquisa consiste no estudo da presença da Física em produtos culturais derivados da cultura pop, através da articulação entre referenciais dos Estudos Culturais, especialmente Douglas Kellner e José Van Dijck, de referenciais discursivos do Círculo de Bakhtin e da Pedagogia de Georges Snyders. Esses referenciais se cruzam numa perspectiva crítica acerca da Cultura da Mídia e refletem sobre a presença da cultura pop na Educação. Nosso recorte de assunto foi a abordagem de temas relacionados a paradoxos temporais: no romance de ficção científica “O Guia do Mochileiro das Galáxias”, publicada em 1979 por Douglas Adams; em uma história em quadrinhos do *Superman*, escrita em Sholly Fisch em 2013; e na canção “39” do conjunto inglês *Queen*, lançada em 1975. O uso dessas obras se justifica pelo fato de serem obras amplamente difundidas na cultura e no interesse cultural de jovens. Analisamos em que medidas esses produtos culturais permitem reflexões conceituais acerca da ciência e da tecnologia em processos de educação formal e não-formal.

Palavras-chave: Arte e Ciência; Estudos Culturais; Literatura; Quadrinhos; Música

Abstract

This research investigates the presence of Physics in cultural products derived from pop culture, through the articulation between references from the Cultural Studies, from the Bakhtin's Circle, and the Pedagogy of Georges Snyders. These references cross in a critical perspective about Media Culture and reflect about the presence of pop culture in Education. Our subject matter was the approach of themes related to temporal paradoxes: in the science fiction novel "The Hitchhiker's Guide to the Galaxy", published in 1979 by Douglas Adams; in a Superman comic, written in Sholly Fisch in 2013; and in the song "39" by the English rock group Queen, released in 1975. The use of these works is justified by the fact that they are works widely disseminated in the culture and cultural interest of young people. We analyze to what extent these cultural products allow conceptual reflections about science and technology in formal and non-formal education processes.

Keywords: Science and Art; Cultural Studies; Literature; Comics; Music

Introdução

A presença da ciência e tecnologia como tema de produtos culturais e artísticos vem sendo debatida em alguns trabalhos da área de Ensino e Divulgação das Ciências, seja através do cinema (SUPPIA, 2006); da literatura (ZANETIC, 2006), ou da música (MOREIRA e MASSARINI, 2006). Esta pesquisa analisa alguns exemplos da presença da Física em produtos da cultura pop, especialmente a literatura, as histórias em quadrinhos e a música. Para a análise desses produtos culturais, articularemos referenciais dos Estudos Culturais (KELLNER, 2001; VAN DJICK, 2003) com a pedagogia de Georges Snyders (1986), buscando compreender de que forma essas mídias permitem processos de ensino-aprendizagem em Física que viabilizem aspectos de satisfação cultural.

Para realização deste estudo, iniciamos com uma apresentação sobre os referenciais relacionados aos estudos culturais e em seguida, partimos para análise de três obras, buscando identificar suas características e de que forma estes conteúdos podem dialogar com a ciência a fim de permitir uma satisfação cultural. Do campo de possibilidades artísticas e culturais, selecionamos três obras que de alguma maneira abordam o aspecto das viagens espaciais e o tempo que leva para as informações chegarem, devido a velocidade da luz ser constante.

Mídia, Ciência e Educação: um percurso metodológico

Em 1959, o cientista e romancista Charles Percy Snow proferiu a palestra intitulada “As Duas Culturas”, refletindo sobre o afastamento entre as ciências naturais e as ciências humanas no Reino Unido. O pensador categorizou os protagonistas dessas duas culturas em “cientistas” e “literatos”, sendo que cada um teria uma “imagem distorcida um do outro” (SNOW, 1995, p. 21). Ao identificar essa divisão de polos, Snow (1995, p. 29) reiterou que essa “polarização é pura perda para todos nós. Para nós como pessoas, e para a nossa sociedade. É ao mesmo tempo perda prática, perda intelectual e perda criativa”. O autor considerou que esse distanciamento progressivo entre essas duas culturas, era observado em “todo o mundo ocidental” e que, no caso da Inglaterra, foi um reflexo do sistema educacional britânico possuir uma crença na especialização e a tendência de cristalização das formas sociais (SNOW, 1995, p.35).

Partindo dessas afirmações de Snow, a pesquisadora holandesa José Van Djick (2003), acrescentou as questões midiáticas fundamentais para a construção e recepção da ciência. Para a autora, Snow ignorou o trabalho de populares autores de ficção científica, que traziam uma aproximação entre a arte e a ciência (VAN DJICK, 2003, p. 180). A autora se refere especialmente à geração de escritores de ficção científica desse período como Arthur C. Clarke e Isaac Asimov.

Ao trazer o foco para a questão midiática, Van Djick (2003, p. 182) relatou a ausência da mídia na palestra de C. P. Snow, especialmente porque, nessa época, “a televisão começou a ter uma substancial presença nas salas de estar do ocidente” e complementa:

Ele nunca menciona esse novo aparato que poderia, potencialmente, abrir novos caminhos para a educação em massa das audiências em assuntos de ciência. Como sabemos, a primeira função da televisão não é a de ser um educador em ciências, e sim um meio para entretenimento de massa. Temos considerado a televisão, assim como os jornais, como ferramentas para a disseminação de ideias e conhecimento e, gradualmente, temos reconhecido o seu papel constitutivo na construção da ciência. (VAN DJICK, 2004, p. 182).

Essa afirmação de Van Djick entra em consonância com a tese que desenvolveremos neste texto: a potencialidade de educação em ciências que um produto cultural, presente na mídia, apresenta. Essa ideia nos traz a hipótese de utilizarmos o termo “cultura da mídia” ao invés de cultura de massa, para a análise desses produtos. Essa expressão, para Douglas Kellner (2001, p. 52), “tem a vantagem de designar tanto a natureza quanto a forma das produções da indústria cultural” e os modos de “distribuição”. Portanto, ao analisarmos essa relação social entre ciência e mídia, é importante evidenciar a instância e o contexto de produção desses produtos culturais.

Para Kellner (2001) os Estudos Culturais permitem analisar as instâncias de produção e recepção das produções culturais, investigando a repercussão midiática, o contexto político e os aspectos multiculturais da contemporaneidade trazendo o foco para questões de identidade, gênero e raça. Nesse perspectiva esse campo de estudo assume a existência de diferentes culturas, quebrando “distinções entre cultura superior/inferior, erudita/popular, incorporando assim em seus estudos o cinema e a televisão, por exemplo, antes não valorizados por outras abordagens teóricas” (PUPO et al, 2017, p.9). Nesse sentido, os produtos culturais assumem posições que podem afirmar ou contestar posições vigentes na sociedade (KELLNER, 2001, p. 134), e levam em consideração que o público receptor não é meramente passivo dessas mídias (KELLNER, 2001, p. 142).

No que tange à educação, Kellner apresenta a perspectiva que a incorporação da mídia como um instrumento de transformação social:

A tecnologia da comunicação está cada vez mais acessível aos jovens e cidadãos comuns, e deve ser usada no sentido de promover a auto-expressão e a transformação social democrática. Portanto, a mesma tecnologia que ajudasse a destruir a democracia participativa, transformando a política em espetáculo da mídia e em batalhar de imagens, poderia ajudar a revigorar o debate e a participação democrática (KELLNER, 2011, p. 425).

Entendemos que as afirmações de Kellner entram em consonância com a proposta do pedagogo francês Georges Snyders, que defende o uso de produtos culturais na educação e que os mesmos permitem um processo de “alegrias culturais” aos educandos (SNYDERS, 1986, p.20). Essa alegria deriva de uma conexão entre os saberes relacionados à sua experiência e interesses culturais cotidianos, que Snyders define como cultura primeira (SNYDERS, 1986, p. 23) com o conhecimento formal decorrente do processo histórico, social e científico da humanidade, que o autor define como “cultura elaborada” (SNYDERS, 1986, p. 54). Para exemplificar a interface entre essas culturas, o autor divide em dois processos de alegrias: “as alegrias simples” e as “alegrias ambiciosas”.

As “alegrias simples” (SNYDERS, 1986, p. 25) são aquelas satisfações decorrentes das atividades cotidianas dos estudantes, sejam suas brincadeiras, seus jogos, e os seus interesses culturais como a música, o cinema e, particularmente em nossos tempos, suas séries de televisão e os jogos de videogame. Essa alegria, num primeiro momento, permite ao jovem aprofundar em suas alegrias culturais, tornando-se complexas e ambiciosas.

Para apresentar esse processo de transformação das alegrias simples em alegrias ambiciosas - sendo essas vinculadas à cultura elaborada -, o autor cita dois exemplos: um indivíduo ao se banhar inicialmente na água, vai querer manter com a água uma relação mais “sutil” e mais “refinada”, aprendendo a inicialmente a nadar e depois a “nadar bem” (SNYDERS, 1986, p. 24); o indivíduo que possui uma moto, que é um dos símbolos da cultura primeira, com o tempo realizará diversas ações de

melhoria no veículo como desmontagem, montagem e manutenção (SNYDERS, 1986, p. 25). Ao atingir esse processo, Snyder (1986, p.54) afirma que o estudante “compreende, encontra e toma o seu lugar” perante o mundo.

Entendendo a presença da ciência na cultura da mídia como uma possível conexão entre as alegrias simples e as alegrias ambiciosas, analisaremos alguns episódios da presença da Física em produtos culturais.

Para analisar as obras, nos valeremos de referenciais do Círculo de Bakhtin, especialmente na proposta de dialogismo. Nos trabalhos derivados desse Círculo, observa-se que a arte literária “busca na variedade dos temas e linguagens que dominam uma sociedade, uma cultura, os motivos para sua produção” (BRAIT, 2006, p. 61). Para Bakhtin (2016, p. 59), o enunciado é pleno de “tonalidades dialógicas”, que devem ser levadas em consideração para o entendimento de um discurso. Nesse sentido, o contexto de produção e os aspectos ideológicos “refletem e refratam” na instância de produção da obra (VOLÓCHINOV, 2018, p. 91). As obras analisadas caracterizam num gênero discursivo secundário, que na definição de Bakhtin (2003, p. 263) estabelecem que seus surgimentos estejam inseridos num convívio cultural complexo relativamente mais desenvolvido e organizado.

A cultura POP como um caminho para a alegria cultural: exemplos

A cultura POP é uma das expressões mais diretas e claras da cultura da mídia. De acordo com Soares (2014):

Não é de hoje que se usa com freqüência o termo pop para classificar produtos, fenômenos, artistas, lógicas e processos midiáticos. De maneira mais ampla, a ideia de pop sempre esteve atrelada a formas de produção e consumo de produtos orientados por uma lógica de mercado, expondo as entranhas das indústrias da cultura e legando disposições miméticas, estilos de vida, compondo um quadro transnacional de imagens, sons e sujeitos atravessados por um “semblante pop”. [...] Porque estar imerso na cultura pop é se estender por objetos que falam por clichês, por frases de efeito, por arranjos musicais já excessivamente difundidos, por filmes cujos finais já sabemos, canções cujos versos já ouvimos, refrões que nos arrepiam, cenas de novela que nos fazem chorar, e por aí adiante. O que parece “vazar” naquilo que o bom gosto, a “norma culta”, o valorativo, a “intelectualidade” soam atestar como excessivamente comercial, deliberadamente afetivo e ultra-permissivo, nos interessa. E nos interessa porque, de alguma forma, nos habita (SOARES, 2014, p.2, grifo nosso).

Portanto a cultura POP está ligada aos produtos midiáticos e a forma como eles são consumidos, dialogando com o que o Kellner indica e com os aspectos discursivos bakhtinianos. Destacamos a ideia da imersão na cultura POP como essa forma de diálogo com a cultura e a educação, e que ao mesmo tempo é uma cultura desta emoção, do clichê, do “se arrepiar”.

Com isso, observamos a seguir, de quais maneiras, obras dessa cultura “geek” dialogam com o universo científico. Estudamos três obras, a primeira é o romance “O guia dos mochileiros das galáxias” de Douglas Adams, seguida de uma história em quadrinhos do *Superman*, e por fim, uma canção do grupo *Queen* intitulada “39”.

O Guia do Mochileiro das Galáxias

Escrito no ano de 1979, “O Guia do Mochileiro das Galáxias”, teve sua estreia no rádio um ano antes, se tornando um sucesso imediato dado o contexto da ficção

científica da época. Ou seja, filmes como *Star Wars* e *2001: Uma Odisseia no Espaço* haviam sido lançados recentemente e havia uma atmosfera a favor desse tipo de produção. No entanto, o grande trunfo de Douglas Adams neste momento, foi relacionar a ficção científica com humor, algo que até então raramente existia, “os leitores de ficção científica necessitavam a muito tempo de algo que fosse de fato engraçado.” (GAIMAN, 2009, p. 58).

A obra é uma “trilogia de cinco livros” que foram escritos ao longo de treze anos, com os títulos. O primeiro livro, narra a história “de uma catástrofe terrível e idiota, e de algumas de suas consequências” (ADAMS, 2010, p. 10). Isto é feito, inicialmente, pela óptica de Arthur Dent o único terráqueo sobrevivente após a Terra ser destruída para a construção de uma rodovia intergaláctica, uma “catástrofe terrível e idiota”. Ele é salvo graças a seu amigo alienígena *Ford Perfect*, que adota este nome por acreditar que os carros são a forma dominante de vida na Terra, um ótimo exemplo do humor irônico de Adams. Após se salvarem da destruição da Terra, partem, com *Zaphod*, *Trillian* e *Marvin*, em aventuras pela galáxia a bordo da nave *Coração de Ouro*. Mas não vão atrás de uma aventura qualquer. Estão atrás da resposta para a questão fundamental, sobre a vida o universo e tudo mais; busca esta realizada por toda humanidade, de uma maneira geral.

Os conceitos científicos dão um recheio especial para a aventura, como é o caso do gerador de improbabilidade infinita, o propulsor da nave utilizada na história, que possibilita atravessar imensas distâncias interestelares num simples zerézimo de segundo (ADAMS, 2010, p. 69). Além desta, outras relações com a ciência são encontradas, como o caso da declaração de *Trillian* sobre porque embarcar numa viagem espacial: “Afinal, formada em matemática e astrofísica, o que mais eu podia fazer? Se não viesse pra cá, ia ter que continuar na fila do auxílio-desemprego” (ADAMS, 2010, p. 85). Adams ironiza as condições de trabalho dos cientistas e particularmente das mulheres.

Devido a aspectos como os apresentados a obra de Adams adquiriu um importante status. Ela é tida como um símbolo da cultura geek/nerd, o qual pode ser representado pelo “Dia da Toalha”, comemorado mundialmente no dia 25 de maio, em homenagem a obra e seu escritor e que já está na lista das tradições literárias (TEMPLE, 2012). Além do mais, é uma franquia que ainda gera frutos como jogos de computador, camisetas, filmes, entre outras. De forma que a fama desta obra justifica a sua escolha já que ela apresenta uma forte relação com a cultura primeira de alguns estudantes (SNYDERS, 1986).

A fim de exemplificar o estilo de Douglas Adams e seu humor, selecionamos um trecho com críticas e ironias para todos os lados, inclusive à ciência. São trechos do segundo livro *Restaurante no fim do universo*, trata da principal dificuldade de se viajar no tempo, o problema gramatical.

Um dos maiores problemas encontrados em viajar no tempo não é vir a se tornar acidentalmente seu próprio pai ou mãe. Não há nenhum problema em tornar-se seu próprio pai ou mãe com que uma família de mente aberta e bem ajustada não possa lidar [...]. O problema maior é simplesmente gramatical, e a principal obra a ser consultada sobre esta questão é o tratado do Dr. Dan Streetmentioner, o Manual das 1001 Formações de Tempos Gramaticais para Viajantes espaço-temporais. Neste livro você aprende, por exemplo, como descrever algo que estava prestes a acontecer com você no passado antes que o acontecimento fosse evitado quanto vice pulou para a frente dois dias (ADAMS, 2010b, p. 72-73).

Douglas Adams imagina outras consequências para uma ideia, ou um conceito científico como a viagem no tempo. Mais do que uma crítica, é a diversão de brincar e fazer piada com esse conceito. A ficção científica de humor ironiza com

os temas “canônicos” deste gênero. No caso dessa obra, o humor é uma estratégia para se aproximar do leitor, apontando críticas à sociedade, a partir de paradoxos científicos e de problemas da linguagem. Nesse sentido, o autor defende um ponto de vista crítico quanto ao senso comum das dificuldades de aprendizagem nas ciências humanas e nas ciências da natureza.

Quadrinhos de Super-Heróis

As Histórias em Quadrinhos de Super-Heróis também podem ser enxergadas como uma forma de expressão artística capaz de refletir os avanços sociais e políticos de sua sociedade de produção, em seu tempo de criação. É dessa forma que as conquistas sociais obtidas pelas minorias étnicas, raciais e religiosas acabam sendo representadas nas páginas dessas histórias em quadrinhos, em um processo de representação que abrange também a ciência, o conhecimento científico, e a figura de cientista. O primeiro super-herói foi publicado na revista *Action Comics* #1, em junho de 1938 pela editora estadunidense *National Periodics*, atualmente conhecida como *DC Comics*. A edição que apresentava ao público o Superman, personagem criado por Jerry Siegel e Joe Schuster e que foi um sucesso de vendas, desencadeando o surgimento de uma nova cultura pop, que se desenvolve e cresce no decorrer da segunda metade do século XX.

Na obra original, os autores posicionaram o planeta natal do Superman, Krypton, a uma distância de 3 milhões de anos-luz da Terra, um fato revisto em 2013 pelo roteirista Sholly Fisch ao escrever a história “Estrela, Estrelinha que Brilha”, publicada no Brasil pela revista *Action Comics* #14, em 2013. A história inicia com o questionamento a um cientista sobre por que, a cada 382 dias, o Planetário Hayden do Museu Americano de História Natural recebe a visita do Superman. Tal visita é justificada por conta da possibilidade do super-herói visualizar o seu planeta natal, *Krypton*. Para dar credibilidade à narrativa, os autores da história apresentam um cientista real na narrativa, astrofísico Neil deGrasse Tyson que convida *Superman* para observar a explosão do planeta Krypton através dos radiotelescópios:



Figura 1 – Reprodução da HQ. Fonte: Action Comics 14(2013). Editora Panini.

A possibilidade do super-herói visualizar o espectro da explosão de seu planeta, distante 27 anos-luz da Terra, é justificada pela existência de uma “fenda espacial”. Essa extrapolação de fenômenos cosmológicos é justificada pelos cientistas representados na história. Nos remetendo aos pressupostos teóricos dos Estudos Culturais, observa-se que o público leitor da história em quadrinhos, está dentro de um contexto que reconhece o astrofísico e os conceitos relacionados ao espaço e tempo nas observações astronômicas.

A viagem no tempo no Rock

Diversos artistas e conjuntos na história do rock, apresentaram conceitos científicos em suas letras e se valeram de recursos da ciência e tecnologia para seus registros. Poderíamos citar o caso do David Bowie, em que muitas canções apresentam epopeias espaciais. Para este trabalho, escolhemos a canção “39” do conjunto inglês *Queen*, lançada em 1975, no álbum *A Night At The Opera*. De acordo com o astrônomo e educador estadunidense Andrew Fraknoi (2006, p. 12), essa canção trata de uma “expedição interestelar” submetida a velocidades relativísticas.

A melodia da canção remete à sonoridade do estilo *country*, que, segundo Friedlander (1996, p. 36), possuía, em suas letras, temas típicos do “cotidiano do homem simples” em viagens, andanças, problemas, questões amorosas, entre outros aspectos dessa natureza. No caso desta canção, podemos identificar que as temáticas relacionadas às viagens, andanças, além de um clima de saudosismo, estão, de fato, presentes no enunciado da canção. No entanto, os personagens são caracterizados como “bravas almas”, denotando heroísmo em seus atos. Outro ponto que podemos identificar é que a letra não explicita a viagem espacial e, sim, uma expedição voluntária, remetendo inclusive ao passado das grandes navegações. No caso desta canção do *Queen*, a sua melodia remete a um estilo tipicamente estadunidense, país em que as navegações por “outras terras”, ocorreram em suas missões espaciais, que, de forma implícita, justifica a escolha desse estilo musical para a canção.

Quanto aos conceitos científicos evidenciados na canção, podemos identificar a presença de fenômenos relativísticos nos versos “Oh, tantos anos se passaram/Embora eu tenha envelhecido pouco mais do que um ano” e “Você não ouviu meu chamado?/Embora você esteja muitos anos longe” (MAY, 1975). Neste caso, é descrito o fenômeno de dilatação do tempo. Tal fenômeno, demonstrado pela teoria especial da relatividade de Einstein, ocorre quando corpos atingem velocidades próximas à da luz. Neste caso, o tempo de um corpo em movimento – no caso os tripulantes em suas naves espaciais – passa mais lentamente quando comparado com o tempo de um corpo em repouso – representado pelos habitantes do planeta Terra, incluindo evidentemente os familiares e descendentes dos voluntários em missões espaciais.

Um fato que não pode ser desconsiderado, e que pode ser levado em sala de aula, é a formação do compositor dessa canção, o guitarrista e vocalista Brian May. May possuía formação de astrônomo no período em que compôs a canção (FRAKNOI, 2006, p. 12) e defendeu seu doutorado em astrofísica em 2007. Segundo Laura Jackson (2007, p. 2), biógrafa do guitarrista, o interesse pela astronomia, veio desde a sua infância, pois lia muitas histórias em quadrinhos sobre exploração espacial. Além disso, na juventude, Brian e seu pai construíram dois instrumentos que seriam fundamentais na sua vida: uma guitarra e um telescópio.

Temporalmente, a canção depende da interpretação relativística e discursiva de texto. O ano de 39 poderia ser muito bem entendido, no início da letra, como 1539, por conta da época das grandes navegações. No entanto, a partir do momento em que se confirma que se trata de uma viagem espacial - tendo em vista as expressões “Daqui o partiu o navio em direção à manhã azul e ensolarada”; “Navegaram pelos mares lácteos”; e “No ano de trinta e nove, veio um navio do azul”- constatamos que o período em que se situa a canção está relacionado aos séculos XXI e XXII. O que, de certa forma, caracteriza a especialização da canção,

que em 2139 a humanidade deposita a esperança de um novo mundo, ou seja, encontramos um espaço de desolação na Terra, mas com esperança de conquistar novos mundos menos “cinzentos”, conforme citado na letra da canção.

Considerações Finais

Observamos nos três produtos culturais, o dialogismo das obras com os contextos históricos em que foram produzidos. Brian May e o Queen produziram “39” num período em que diversos conjuntos de rock abordavam conceitos científicos e astronômicos em sua letra. Observa-se ainda um discurso ambiental consonante aos movimentos ecológicos dessa época. Douglas Adams escreveu seu “Guia do Mochileiro das Galáxias”, num período em que o cinema, pós-corrída espacial, produziu um grande número de obras de ficção científica (“Star Wars”; “Alien”; “Contatos Imediatos de Terceiro Grau”; entre outras). O diferencial dessa obra era o humor e a narrativa anárquica que apresentavam um discurso crítico às mídias da época. Já a história da HQ do Superman, se vale de um cientista com constante presença na mídia, para trazer certa “credibilidade” aos conceitos apresentados na narrativa. Sendo assim, a obra é destinada a um público que reconhece esse cientista da cultura da mídia e está familiarizado com a presença de conceitos científicos na narrativa.

Refletindo sobre esses produtos culturais, identificamos aspectos informais de ensino de ciências para seu público, explorando conceitos que possam ser aprofundados pelos leitores/ouvintes. No caso de uma situação de educação formal, a mediação do professor é fundamental para explorar aspectos sociais, econômicos e ambientais acerca da ciência e tecnologia. Por conta disso, verificamos uma possibilidade de elo de ligação entre a cultura primeira do estudante e o conhecimento formal, trazendo os pontos de alegrias culturais apontados por Snyders, no ensino de Física.

Referências

- ADAMS, Douglas. **O Guia do Mochileiro das Galáxias**. Rio de Janeiro: Sextante, 2010.
- _____. **O restaurante no fim do Universo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2010b.
- BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- _____. **Os gêneros do discurso**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Editora 34, 2016.
- BRAIT, Beth. Estilo, dialogismo e autoria: identidade e alteridade. VÁRIOS ORGANIZADORES. In: **Vinte ensaios sobre Mikhail Bakhtin**. Petrópolis: Vozes, 2006.
- FISCH, SHOLLY. “Estrela, Estrelinha que Brilha”. In: **Action Comics 14**. São Paulo: Editora Panini, 2013.
- FRAKNOI, Andrew. The Music of the Spheres in Education: Using Astronomically Inspired Music. In: **Astronomy Education Review**, vol. 5, p. 139-153, nov. 2007.
- FRIEDLANDER, P. **Rock and Roll: uma história social**. Rio de Janeiro: Record, 2010.
- GAIMAN, Neil. **Don't Panic: Douglas Adams & The Hitchhiker's Guide to the Galaxy**. USA: Titan Books. 5 Rev Upd Ed., 2009.
- JACKSON, L. **Brian May: The Definitive Biography**. London: Hachette, 2007.
- KELLNER, D. **A Cultura da Mídia - Estudos Culturais: Identidade Política Entre o Moderno e o Pós-moderno**. Bauru: EDUSC, 2001.

- MAY, Brian. 39 In: **Queen: A Night at the Opera**. London: Parlophone, 1975. LP.
- MOREIRA, Ildeu de Castro. MASSARANI, Luísa. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. In: **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 291-307, outubro 2006.
- PUPO, Stela Cêntola et al. Cantoras Pop e Super-Heroínas: debatendo ciência e gênero por meio de videocliques. **Paradoxos**, v. 2, n. 2, p. 08-19, 2017.
- ROBERTS, Jim. **The Froot: The authorized and very official history of Douglas Adams & the Hitchhiker's Guide to the Galaxy**. London: Preface Publishing, 2014.
- SNYDERS, Georges. **La Joie à L'École**. Paris: PUF, 1986
- SOARES, Thiago. Abordagens teóricas para estudos sobre cultura pop. **Logos**, v. 2, n. 24, 2014.
- SUPPIA, Alfredo Luiz Paes de Oliveira. A divulgação científica contida nos filmes de ficção. **Ciência e Cultura**, v. 58, n. 1, p. 56-58, 2006.
- TEMPE, Emily. 10 Cult literary traditions for truly die-hard fans. In: **Flavorwire**, 2012. Disponível em <<http://flavorwire.com/251506/10-cult-literary-traditions-for-truly-die-hard-fans>>. Acessado em 20/02/2020.
- VAN DIJCK, José. After the “Two Cultures”: Toward a “(Multi)”cultural” Practice of Science Communication. **Science Communication**, Vol. 25. No. 2. December 2003. pp. 177-190.
- VOLÓCHINOV, Valentin. **Marxismo e filosofia da Linguagem: Problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. Tradução de Sheila Grillo e Ekaterina Vólkova Américo. Editora 34, 2018.
- ZANETIC, João. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **Historia, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 55-70, outubro 2006.

UMA ANÁLISE DA PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA SOBRE/NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO A PARTIR DE ATAS DOS ÚLTIMOS EVENTOS DE PESQUISADORES DA ÁREA

AN ANALYSIS OF RESEARCH IN PHYSICS TEACHING ON/IN HIGH SCHOOL INTEGRATED FROM ANNALS OF THE LAST EVENTS OF RESEARCHERS IN THE AREA

Danilo Almeida Souza

Professor EBTT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Ilhéus. Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS. E-mail: danilofisico@gmail.com.

Resumo

Embora o número de vagas em educação profissional tecnológica de nível médio no Brasil tenha experimentado um aumento expressivo nos últimos anos, sobretudo em função da instituição do Ensino Médio Integrado (EMI) (decreto nº 5.154/2004) e nova identidade dos agora Institutos Federais (lei nº 11.892/2008), indicando vagas prioritárias em 50% para a forma de oferta de educação profissional no formato de EMI, as pesquisas em ensino de Física que levam em conta a natureza dessas instituições aparecem de forma tímida atendo-se em sua maioria a tomar o EMI enquanto cenário para investigações de metodologias e estratégias de ensino em Física. Este trabalho se propõe a realizar uma análise qualitativa com pontuamentos descritivos e bibliográficos de investigações em ensino de Física que abordam o universo da educação profissional tecnológica a partir das atas e anais dos três últimos eventos que agregam pesquisadores em ensino de Física no Brasil: o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) 2018, o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) 2019 e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) 2019. Os dados revelam o baixo número de trabalhos publicados com menção aos termos: educação profissional, ensino médio integrado, ensino técnico, e estes em sua maioria o fazem sem uma discussão da concepção teórica da educação profissional. Indicamos a necessidade do fomento de estudos dessa natureza para que as pesquisas em ensino de Física pensem o currículo da disciplina em cursos com essa formatação, que em alguns lugares já figuram a principal forma de oferta de ensino médio, como é o caso da rede federal. Como perspectiva de estudo futuro, queremos investigar os fatores que levam o baixo interesse de pesquisadores em ensino de Física a pesquisas que emergem dessa nova realidade da educação no Brasil.

Palavras-chave: Educação Profissional; Ensino Médio Integrado; Ensino de Física.

Abstract

Although the number of vacancies in high school technological vocational education in Brazil has experienced a significant increase in recent years, mainly due to the institution of Integrated High School (IHS) (decree nº 5.154 / 2004) and the new identity of the now Federal Institutes (law nº 11.892 / 2008), indicating priority

vacancies in 50% for the form of offering professional education in the IHS format, the researches in Physics teaching that take into account the nature of these institutions appear in a shy way attending to the majority to take the IHS as a scenario for investigating methodologies and teaching strategies in Physics. This work proposes to carry out a qualitative analysis with descriptive and bibliographic scores of investigations in Physics teaching that approach the universe of technological professional education from the annals of the last three events that aggregate researchers in Physics teaching in Brazil: the Meeting of Research in Physics Education (EPEF) 2018, the National Symposium on Physics Education (SNEF) 2019 and the National Research Meeting in Science Education (ENPEC) 2019. The data reveal the low number of papers published with reference to the terms: professional education, integrated high school, technical education, and these mostly do without a discussion of the theoretical conception of professional education. We indicate the need to foster studies of this nature so that research in teaching Physics thinks the curriculum of the discipline in courses with this format, which in some places already feature the main form of high school offer, as is the case of the federal network. As a perspective for future study, we want to investigate the factors that lead the low interest of researchers in teaching Physics to research that emerges from this new reality of education in Brazil.

Keywords: Professional education; Integrated High School; Physics teaching.

Introdução

Os cursos técnicos de nível médio, no formato de Ensino Médio Integrado (EMI) tiveram um elevado crescimento tanto no número de cursos, quanto na oferta de vagas no âmbito federal a partir do ano de 2004, incentivados pela política de expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica do então presidente da república Luís Inácio Lula da Silva. Essas políticas fizeram com que o número de unidades da rede federal saltasse de 356 em 2003 para 644 em 2016 (BRASIL, 2016), refletindo diretamente no aumento do público que frequentavam esses espaços. Dois marcos legais demarcam esse movimento: o decreto nº 5.154 de 23 de julho de 2004, que institui oficialmente o EMI e a lei nº 11.892/2008 que cria os Institutos Federais de Educação Tecnológica, oriundos dos antigos CEFETs e das Escolas Técnicas e Agrotécnicas Federais.

A criação dos Institutos Federais, mais do que a nova condição de institucionalidade, define a prioridade dessas instituições quanto a oferta de vagas para os cursos técnicos de EMI, seja para os concluintes do ensino fundamental ou no formato da educação de jovens e adultos, como pode ser visto no artigo 8º da legislação,

no desenvolvimento da sua ação acadêmica, o Instituto Federal, em cada exercício, deverá garantir o mínimo de 50% (cinquenta por cento) de suas vagas para atender ao objetivo de ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos. (BRASIL, 2008)

Esse caminho nos aponta que a oferta de educação profissional estaria como uma das prioridades do então governo, como pode ser verificado se compararmos o número de *campi* dessas instituições de educação profissional antes de 2004 e no ano de 2010, como apresentado no trabalho de Tavares (2012).

O EMI, como sinaliza a própria legislação, é ofertado para “quem já tenha concluído o Ensino Fundamental, sendo o curso planejado de modo a conduzir o aluno à habilitação profissional técnica de nível médio, na mesma instituição de ensino, contando com matrícula única para cada aluno” (BRASIL, 2004). Trata-se de um ensino médio no qual seja garantida uma formação básica, comum ao ensino médio regular, mas também uma habilitação profissional tecnológica, partindo de uma integração das diferentes áreas de conhecimento que contribuem na formação de um determinado curso técnico.

Nesse contexto, uma questão que merece atenção é o currículo das disciplinas propedêuticas (aqui incluso a Física) nos cursos técnicos de EMI e os desafios da integração dessas disciplinas aos cursos de educação profissional desde a concepção do projeto do curso até a sua consolidação, para que essas disciplinas não sejam apenas um aporte de pré-requisito, mas que contribuam de forma efetiva para o sujeito que se pretende formar.

Nas pesquisas em educação, muitos teóricos vêm se dedicando a uma análise sobre o EMI, seu percurso e implicações para o contexto do país. Um exemplo desses esforços está condensado no texto “Ensino Médio Integrado: Concepções e contradições” de Ramos, Frigotto e Ciavatta (2012). Fato totalmente oposto é verificado quando nos voltamos para discussão do ensino das disciplinas do núcleo comum nessa forma de oferta da educação profissional tecnológica e mais ainda para a disciplina de Física.

Um dos primeiros estudos que discute a Física na educação profissional, levando em conta a natureza dessas instituições na área de ensino é feito por Nilson Garcia (1995). Neste trabalho o autor apresenta uma discussão sobre o ensino de Física nas Escolas Técnicas Federais, buscando identificar de que forma e sob que condições a Física é ensinada nas escolas da Rede Federal de Ensino Técnico Industrial (embora nesse momento o ensino técnico na Rede Federal não carregasse o nome de EMI, na época de realização da pesquisa a configuração era muito próxima do que é praticado hoje nos Institutos Federais).

Motivados pela escassez de estudos que pesquisem o ensino e a aprendizagem de Física a partir da realidade dos cursos de EMI, nos propomos nesse trabalho a analisar como estão apresentadas (e se estão) as pesquisas em ensino de Física que abordam o universo da educação profissional tecnológica. Para isso, fazemos uma busca de trabalhos nas atas e anais dos três últimos eventos que agregam pesquisadores em ensino de Física no Brasil: o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) 2018, o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) 2019 e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) 2019, seguido de uma análise qualitativa dos trabalhos que retornaram nossa busca; por fim, trazemos algumas considerações no sentido de pontuar a importância de pesquisas que agreguem EMI e o currículo de Física para o ensino nos diferentes níveis.

Metodologia

A investigação é de natureza qualitativa, com pontuamentos descritivos e bibliográficos dos registros de pesquisas apresentadas nos eventos da área de ensino que agregam pesquisadores em ensino de Física: o EPEF 2018, o SNEF 2019 e o ENPEC 2019. A seleção dos trabalhos em cada um dos eventos, é feita tomando as seguintes palavras de busca: educação profissional, ensino médio integrado, ensino técnico, a partir da lista de trabalhos incluídos na programação (no caso do ENPEC, por não ser um evento exclusivo para pesquisadores em ensino de Física, verificamos de forma adicional, trabalhos com temas curriculares da Física, seguido da leitura dos resumos para busca das palavras mencionadas).

Para cada um dos eventos, selecionamos as áreas temáticas no universo dos trabalhos pesquisados como discriminadas abaixo, por terem maior aderência e possibilidade de trazerem estudos sobre a Física na educação profissional.

Evento	Áreas temáticas de realização das Buscas
EPEF 2018	1. <i>Ensino, aprendizagem e avaliação em Física</i> 2. <i>Formação e prática profissional do professor de Física</i> 6. <i>Didática, Currículo e inovação educacional no ensino de Física:</i>
SNEF 2019	6. <i>O Ensino de Física na Educação Profissional</i>
ENPEC 2019	2. <i>Currículos</i> 7. <i>Ensino e aprendizagem de conceitos e processos científicos</i> 12. <i>Processos, recursos e materiais educativos</i>

Resultados e discussões

Com o objetivo de perceber como estão apresentadas (e se estão) as pesquisas em ensino de Física que abordam o universo da educação profissional tecnológica, partimos inicialmente da busca dos trabalhos nas áreas temáticas elencadas na seção anterior. Em termos quantitativos, nosso mapeamento retornou 3 trabalhos no EPEF, 3 trabalhos no SNEF e 8 trabalhos no ENPEC. No caso do EPEF e do ENPEC o quantitativo de trabalho retornado foi extremamente baixo, representando uma razão de 3/93 e 8/393, o que nos fornece uma taxa percentual em 3,23% e 2,04% respectivamente. Esse cálculo não é feito para o SNEF já que tomamos apenas os trabalhos destinados a área *O Ensino de Física na Educação Profissional*.

a) Os trabalhos do EPEF (2018)

A análise dos trabalhos do EPEF retornados na busca, nos revela que dos três trabalhos, nenhum deles remete a uma discussão da natureza dos cursos onde as propostas didáticas ou investigações foram realizadas. Em todos, os cursos técnicos no formato de EMI se constituem apenas enquanto cenários de aplicação, e as análises foram feitas por outros vieses teóricos. Nem mesmo nos resultados é mencionado como as propostas didáticas reverberam nos cursos técnicos os quais os alunos integram.

Em síntese, o trabalho de Basílio, Lacerda e Detoni (2018) se preocupam em analisar um formato de avaliação para alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do curso técnico de Manutenção e Suporte em Informática, mas a discussão

vai mais no sentido do público EJA e na perspectiva de educação, Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), do que referente ao curso técnico, sobre o qual há menção apenas no resumo, e na descrição do público onde a experiência didática foi realizada. O mesmo caminho é trilhado nos trabalhos de Pereira, Sá e Fonseca (2018) e Cid e Sasaki (2018), onde nem mesmo o critério de escolha das turmas em função dos cursos que pertencem é evidenciado. Ou seja, importa o fato de ser ensino médio, e não o fato de ser um curso técnico na forma de EMI.

Embora não relacionado ao EMI, destacamos que o trabalho de Pereira *et al.* (2018), onde discute-se os desafios, limitações e possibilidades de um curso de Física para a graduação em arquitetura, traz um dos pontos que se constituiria no pensar a Física para cursos técnicos do EMI já que pensa a Física a partir de uma dada realidade profissional. Outro trabalho nesse sentido é o feito por Kroetz (2018) ao refletir sobre a disciplina de Física em um curso de graduação em Agronomia numa universidade federal, no entanto, seu interesse é o desempenho dos estudantes, e não o pensar o currículo da Física, enquanto integrante do ciclo básico, para essa formação.

b) Os trabalhos do SNEF (2019)

O SNEF realizado na cidade de Salvador- BA carrega a especificidade frente aos demais eventos, pelo fato de ser o único que agrega uma área temática específica para o ensino de Física nos cursos técnicos: “*o Ensino de Física na Educação Profissional*”. Mesmo com essa diferenciação, que poderia incentivar a submissão de trabalhos na área, a quantidade de trabalhos aprovados é pouco expressiva.

Das comunicações orais, apenas o trabalho de Souza e Penido (2019) integra a área temática. Na Sessão de painéis, esse número sobe para dois, no entanto, continua sem grande representatividade, pois apesar de esses estudos englobarem o ensino profissional técnico, seus objetos de estudo são outros. Rocha e Melo (2019) abordam um relato de experiência, cujo objetivo é descrever a elaboração e aplicação de um material paradidático distribuído para alunos de uma turma de nutrição do ensino técnico profissionalizante para o estudo da calorimetria, enquanto França (2019) fundamenta-se na teoria da aprendizagem para abordar uma sequência didática para o de conceitos de mecânica quântica utilizando os raios X sob a perspectiva sociocultural.

Dos três trabalhos retornados na busca do SNEF 2019, apenas o de Souza e Penido (2019), aborda aspectos teóricos no campo da educação profissional, no entanto, mesmo este tem um caráter de pesquisa que mais se aproxima ao campo do currículo do que o ensino de Física nesses ambientes. Os autores discutem como é desenvolvido o ensino de Física a partir do plano de curso do Instituto Federal da Bahia e tecem proposições para melhorias de escrita desses planos de curso.

Mesmo o trabalho de Rocha e Melo (2019) não discutindo a concepção da educação profissional, os autores encontram no curso técnico a motivação para o conteúdo que está sendo abordado no relato de experiência para avaliação da aprendizagem significativa; compreendemos esse ser um caráter positivo no caminho de integração da Física a educação profissional. Já no de França (2019) não há qualquer menção ao curso técnico, e o mesmo entra no nosso universo de pesquisa apenas por estar nessa área temática específica.

c) Os trabalhos do ENPEC (2019)

Dos três eventos avaliados, o ENPEC é o que retornou maior número de trabalhos com menção ao público da educação profissional tecnológica de nível médio, no entanto o comportamento se assemelha ao encontrado nos demais eventos, qual seja, a natureza e o ensino de Física nos cursos técnicos de EMI não é o foco da análise. Um retrato está no trabalho de Pereira e Reis (2019), que apesar de trazer o termo Ensino Médio Integrado no título, sequer menciona o curso técnico vinculado; o mesmo acontece em Pereira, Sá e Fonseca (2019). Barbosa e Souza (2019), apesar de anunciarem o curso técnico no qual a pesquisa é avaliada, não relaciona como o ensino de Física na perspectiva adotada (para este caso, Natureza da Ciência) contribui na formação profissional do sujeito pesquisado.

Queremos destacar que 2 dos 8 trabalhos mapeados, abordam estratégias de ensino e reflexões curriculares pensadas para o ensino de ciências no universo da educação profissional atrelado a natureza dos cursos técnicos onde a discussão é constituída. São eles, “Alimento e gastrite: possíveis contribuições da Situação de Estudo para o PROEJA” de Batista *et al.* (2019) e “Reflexões sobre o ensino de biologia no contexto da educação profissional tecnológica de nível médio” de Azevedo, Braga e Seles (2019). No entanto, nenhum deles fazem referência a conteúdos que nascem ou encontrem motivação na disciplina de Física, reforçando a lacuna na literatura do ensino de Física e educação profissional.

No âmbito da Física, Cardoso *et al.* (2019) no seu trabalho “Da Semiótica às Ilhas de Racionalidade: Uma possibilidade interdisciplinar entre a Matemática, a Química e a Física” embora centrem sua discussão na interdisciplinaridade, recorrem esses temas “a partir de um estudo sobre os programas pedagógicos curriculares do ensino médio integrado dos cursos de Mecatrônica e Edificações”. Mesmo entendendo que a Física nos cursos de EMI não seja o objeto de estudo desses autores, a natureza dos cursos é levada em conta para definir os temas que motivarão o estudo interdisciplinar evidenciado no trabalho.

Considerações finais

Ao início desse estudo, nos propusemos a investigar como estão apresentadas (e se estão) as pesquisas em ensino de Física que abordam o universo da educação profissional tecnológica e o fizemos com base nos três principais eventos do Brasil de pesquisadores em ensino de Física. Os dados da pesquisa revelaram que há poucos trabalhos publicados nas atas e anais desses eventos que discutam o ensino de Física atrelado a uma discussão da concepção teórica da educação profissional e mais especificamente do EMI.

Dos trabalhos encontrados no nosso mapeamento, alguns poucos se propõem em discutir o ensino de ciências em cursos técnicos de EMI, e quando nos voltamos especificamente para a Física esse número fica ainda mais restrito. Para maior parte deles, os cursos técnicos aparecem enquanto cenário de aplicação, importando mais o fato de ser um ensino médio, do que um ensino médio integrado a uma formação tecnológica.

Uma das questões que surge como perspectiva de estudo é entender os fatores que levam ao baixo interesse de pesquisadores em ensino sobre a disciplina de Física em espaços de educação profissional, com destaque no EMI. Aventamos a possibilidade dessas pesquisas estarem concentradas em programas de pós-

graduações profissionais e apenas publicadas no formato de trabalhos finais de curso, ou que pesquisadores em ensino de Física optem por abordar essas questões em reuniões acadêmicas específicas do campo da educação, ou ainda que esses pesquisadores acreditem que as atuais áreas de pesquisa em ensino de Física já contemplam as necessidades que emergem desse “novo” formato de oferta de ensino médio.

Da nossa parte, advogamos que a comunidade de pesquisadores em ensino de Física deve se apropriar desse debate, tendo em vista o grande protagonismo e importância que desempenha o EMI no sistema de educação do Brasil. Olhando especificamente para o ensino médio, enquanto o número de matrículas geral apresenta uma queda acumulada entre os anos de 2014 e 2018 em 7,12%, a matrícula no formato de EMI teve crescimento em 24,85% no mesmo período (INEP, 2019, p. 25).

Para além da importância acadêmica, pesquisas nessa área devem repercutir em reformulações do currículo de Física e qualificação docente para a educação profissional, trazendo melhorias imediatas em espaços reais onde cursos técnicos no formato de EMI acontecem.

Referências

- AZEVEDO, M.; BRAGA, G.; SELLES, S. Reflexões sobre o ensino de Biologia no contexto da Educação Profissional Tecnológica de Nível Médio. **Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.
- BARBOSA, T. N.; SOUZA, D. A. Uma proposta para o Ensino de Termodinâmica explorando aspectos de Natureza da Ciência (NDC). **Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.
- BASÍLIO, J.; LACERDA, T.; DETONI, H. Utilizando exposição de experimentos de Física como forma de avaliação no EJA. **Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2018.
- BRASIL. **Decreto nº 5.154 de 23 de julho de 2004**. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. 26.7.2004. 2004.
- BRASIL. **Lei nº 11.982, de 28 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. DOU de 30 de dezembro de 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Portal da Rede Federal de Educação Profissional Tecnológica. Expansão da Rede**. 2016. Disponível em: <http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal>. Acesso em: 01/04/2018.
- CARDOSO, M. C.; *et. al.* Da Semiótica às Ilhas de Racionalidade: Uma possibilidade interdisciplinar entre a Matemática, a Química e a Física. **Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.
- CID, A. S.; SASAKI, D. G. G. Uma proposta de ensino do princípio de Stevin através do Método Predizer – Observar – Explicar (POE). **Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2018.

FRANCA, F. H. P. Uma sequência didática para o de conceitos de mecânica quântica utilizando os raios x sob a perspectiva sociocultural. **Anais do XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2019.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Resumo Técnico: Censo da Educação Básica 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2019

KROETZ, Tiago. A disciplina de Física em cursos de Graduação em Agronomia - Reflexões e Desafios. **Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2018.

PEREIRA, B. F. M.; SÁ, E. F. de; FONSECA, M. A. Uso da linguagem cinematográfica para promover a argumentação e enculturação científica. **Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.

PEREIRA, B. F. M.; SÁ, E. F. de; FONSECA, Marina Assis. Interações em sala de aula mediada pelo uso de recurso fílmico em uma perspectiva investigativa. **Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2018.

PEREIRA, D. B.; *et al.* Alimento e gastrite: possíveis contribuições da Situação de Estudo para o PROEJA. **Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.

PEREIRA, L. R.; *et al.* O ensino de Física à Arquitetura: desafios, limitações e possibilidades. **Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2018.

PEREIRA, M. M.; REIS, Y. M. dos. Relações entre ensino e aprendizagem de Física na elaboração de questões por estudantes de Ensino Médio Integrado. **Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.

RAMOS, M.; FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M. (Orgs.). **Ensino Médio Integrado: Concepção e Contradições**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

ROCHA, J. M. B. da; MELO, C. A. de S. Uso de material paradidático para a montagem de dispositivos térmicos caseiros no ensino profissionalizante para o estudo da calorimetria. **Anais do XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2019.

SOUZA, D. A.; PENIDO, M. C. M. O currículo de Física na educação profissional técnica de nível médio: quais elementos do plano de curso favorecem a integração?. **Anais do XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2019.

TAVARES, M. G. Evolução da rede federal de educação profissional e tecnológica: as etapas históricas da educação profissional no Brasil. **IX ANPED Sul: Seminário de pesquisa em educação da região Sul**, 2012. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/177/103>. Acesso em: 05/01/2018.

Linha 6

Didática, Currículo e
inovação educacional
no ensino de Física

Posters

Pesquisa em desenvolvimento e reformas curriculares; políticas de currículo; conhecimento escolar; história das disciplinas científicas; inovação educacional; análise de material didático de Física; novas temáticas no Ensino de Física.

O ESTUDO DE MODELOS ATÔMICOS E SUA RELAÇÃO COM A ESPECTROSCOPIA NO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE PRAXEOLÓGICA DOS LIVROS DE FÍSICA DO PNLD 2018

THE STUDY OF ATOMIC MODELS AND THEIR RELATION WITH SPECTROSCOPY IN HIGH SCHOOL: A PRAXEOLOGICAL ANALYSIS OF PNLD PHYSICS BOOKS 2018

Vinicius de Gouveia¹, Paulo José Sena dos Santos²

¹Instituto Federal de Santa Catarina / Campus São José/ vinicius.gouveia@ifsc.edu.br

²Universidade Federal de Santa Catarina/ Departamento de Física/ paulo.sena@ufsc.br

Resumo

A necessidade de inserção de Física Moderna no Ensino Médio é consenso no meio acadêmico. Um tema que pode ser utilizado para esta inserção é o Espectro Discreto dos átomos, uma vez que para a sua compreensão é necessário um entendimento da Estrutura da Matéria. Neste estudo, utilizando a Teoria Antropológica do Didático, são analisados os livros de Física indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático 2018 e comparados com o livro Física Quântica, destinado ao Ensino Superior. Esta análise tem como objetivo investigar como livros mencionados abordam os temas modelos atômicos e espectroscopia e se esta abordagem permite um entendimento sobre os espectros discretos observados. Os resultados indicam que não há completa uniformidade entre os materiais. Em comum a todos é que as tarefas propostas não permitem mobilizar todos os conceitos necessários para a compreensão dos fenômenos ligados a espectroscopia.

Palavras-chave: Teoria Antropológica do Didático. Livro Didático. Espectroscopia. Modelos Atômicos.

Abstract

The necessity of insertion of Modern Physics in High School education is a consensus at academic fields. A theme that can be utilized for this insertion is the connection of Matter Structure with atoms' Discrete Spectrums. In this essay, utilizing Anthropological Theory of the Didactic, books indicated by the National Plan of the Didactic Book 2018 are analyzed and compared with the book Quantum Physics, addressed to higher education. This analysis aims to investigate how the referred books approach the themes of atomic models and spectroscopy, and if this approach allows an understanding about the observed discrete spectrums. The results indicate that there is not a complete uniformity between the materials. Common point to all the books is that the proposed tasks do not allow to mobilize all the necessary concepts for the understanding of the related phenomena to spectroscopy.

Keywords: Anthropological Theory of the Didactic. Didactic book. Spectroscopy. Atomic models.

Introdução

É consenso no meio acadêmico, que o estudo de temas relacionados a Física Moderna e contemporânea (FMC) devem ser tratados no Ensino Médio (EM) (LOBATO; GRECA, 2005) e (PEDUZZI; BASSO, 2005). Segundo Ostermann e Moreira (2000), estes temas despertam a curiosidade dos alunos, pois os estudantes escutam falar sobre estes temas em contextos fora do ambiente escolar, mas nem sempre nas aulas de Física. Outro aspecto que se deve ser apontado é que a discussão de conceitos da Física mais “atual” pode contribuir para formação de uma visão mais correta do desenvolvimento da ciência e da natureza do trabalho científico.

Uma vez definido que a FMC deve ser tratada no EM, a primeira pergunta a ser feita é quais os conceitos a serem abordados. Ostermann e Moreira (Op. cit) ao trabalharem nesta questão indagaram a físicos, pesquisadores e professores, quais os temas deveriam ser tratados. Os tópicos apontados foram: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios-X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, big bang, estrutura molecular e fibras ópticas. Um aspecto importante sobre esse resultado é que ele pode estar, em parte, influenciado pelo interesse dos entrevistados, no momento da pesquisa.

Como por hipótese, alguns conceitos de FMC são complicados de ser discutidos no EM uma abordagem a partir de fenômenos pode ser uma alternativa interessante. Neste sentido, o espectro visível pode ser um fenômeno interessante para abordar diversos conceitos, como a quantização de energia, a estabilidade do átomo, entre outros assuntos que estão relacionados a construção dos modelos atômicos. O estudo da evolução dos modelos, também é um assunto que pode contribuir para a compreensão da evolução dos conhecimentos científicos e tecnológicos como uma construção humana. E também possibilita uma aproximação com a disciplina de Química.

O experimento para observar o espectro de emissão é relativamente simples e para auxiliar essa discussão existem diversas simulações e vídeos disponíveis na internet. O estudo do espectro de emissão (ou absorção) e das técnicas de espectroscopia está diretamente ligado e evolução dos modelos atômicos. As técnicas de espectroscopia já possuíam aplicações como, por exemplo, identificar elementos químicos, estas técnicas contudo careciam de explicações teóricas consolidadas. A busca por estas explicações motivou pesquisadores como Bohr, posteriormente Schrödinger entre outros, a apresentarem modelos que poderiam ser utilizados para relacionar a estrutura dos átomos aos espectros observados com relativo sucesso.

Com base no contexto apresentado este trabalho procurará realizar uma primeira investigação se a partir das tarefas propostas nos livros didáticos indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático 2018 (PNLD), os estudantes podem compreender os conceitos envolvidos na relação entre modelos atômicos e espectroscopia.

A hipótese inicial é que os livros didáticos para o EM são fortemente influenciados pelos livros utilizados nos cursos de Física do Ensino Superior (ES). Um livro que é referência nos cursos nacionais e internacionais é “Física Quântica”

escrito por Eisberg e Resnick (1976). Por esse motivo este será adotado como material de comparação.

Para realização deste estudo foi feita uma categorização das tarefas propostas pelos livros utilizando como ferramenta principal a Teoria Antropológica do Didático proposta por Chevallard (1999). Segundo esta teoria, toda atividade humana pode ser explicada por um modelo de organização praxeológica. Segundo este modelo, essa organização pode ser descrita através de dois blocos: o prático, formado pelos Tipos de tarefas e as suas Técnicas de resolução e o teórico, formado pelas Tecnologias e Teorias implicadas. O trabalho se concentrará na descrição do bloco teórico, que será realizada através das categorias propostas por Savall-Aleman et al (2016) e uma adaptação das categorias propostas por McKagan et al (2008).

Metodologia para categorização das tarefas

Os objetivos deste trabalho são investigar de que forma livros didáticos do PNL 2018 para o ensino médio abordam o tema “modelos atômicos” e analisar se esta abordagem permite um entendimento sobre os espectros discretos observados de absorção e de emissão de energia nos elementos e como isso se relaciona com a estrutura da matéria.

Para isso o livro “Física Quântica, átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas – Eisberg e Resnick (1979)” foi escolhido como material de comparação, pois como apontado por Bernardo (2015), há indicativos que os livros de Ensino Médio apresentam os conteúdos de Física Moderna de uma maneira muito similar a este livro, com as devidas simplificações quanto as ferramentas matemáticas necessárias. Algo semelhante é apontado por Parente, Santos e Tort (2014), que ao estudarem a abordagem para o ensino do modelo atômico de Bohr nos livros didáticos constataram que esta é idêntica à dos livros universitários.

A relação dos livros analisados pode ser vista no quadro seguinte.

Quadro 1 – Livros analisados

	Autores	Título
ES	EISBERG; RESNICK, 1976	FÍSICA QUÂNTICA
1	GASPAR, 2017	COMPREENDENDO A FÍSICA
2	LUZ; ALVES; GUIMARÃES, 2017	FÍSICA: CONTEXTO & APLICAÇÕES
3	VÁLIO et al., 2016	SER PROTAGONISTA - FÍSICA
4	YAMAMOTO; FUKU, 2017	FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO
5	BISCUOLA; BÔAS; DOCA, 2016	FÍSICA
6	AURELIO GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2016	FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA
7	FILHO; SILVA, 2016	FÍSICA AULA POR AULA
8	BONJORNIO et al., 2016	FÍSICA
9	PIETROCOLA et al., 2016	FÍSICA EM CONTEXTOS
10	TORRES et al., 2016	FÍSICA - CIÊNCIA E TECNOLOGIA
11	GLORINHA MARTINI et al., 2016	CONEXÕES COM A FÍSICA
12	GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2017	FÍSICA

Fonte: o autor

Para limitar as tarefas analisadas neste estudo, e tendo em vista que na disciplina de Física os modelos atômicos, são tratados tradicionalmente no terceiro ano do EM. Serão selecionadas as atividades dos capítulos (unidades) que abordam explicitamente o assunto FMC ou Modelos Atômicos, do terceiro volume de cada coleção nos livros do EM, e no capítulo intitulado “Modelo de Bohr para o átomo”, no caso do livro de comparação.

A ferramenta de análise é a TAD, contudo devido à necessidade de uma discussão mais aprofundada em relação a absorção e emissão de energia pelos átomos será utilizado também o trabalho publicado por Savall-Alemanly *et al* (2016). Neste trabalho os autores elencam alguns conceitos denominados Conceitos-Chaves (CC), que segundo eles são fundamentais para a compreensão dos espectros de emissão (ou absorção).

Neste estudo será feito a análise praxeologia no bloco teórico, sendo dividida em duas etapas a primeira com ênfase nos modelos atômicos e a segunda com foco nos CC para a compreensão da origem dos espectros discretos.

Na primeira etapa para análise do Bloco Teórico, a fim de investigar se algum modelo atômico possui mais destaque nos livros, no início optou-se por uma categorização feita com base no trabalho de McKagan *et al* (2008). Os modelos foram selecionados, partindo da suposição que seriam os modelos mais prováveis de serem mencionados nos livros didáticos do EM de Física. Esta suposição foi reforçada pelo trabalho de Dominguni e Ortigara (2010) onde ao analisarem os livros de Química do EM identificaram a presença destes modelos. As categorias foram modificadas conforme apresentado no quadro 2. Foi feita a distinção entre o modelo de Demócrito e de Dalton, a omissão do modelo de deBroglie e a criação de uma categoria “indeterminado”, para as tarefas que não tratam de um modelo específico.

Quadro 2 – Modelos Atômicos

<p>Demócrito - Átomo (450 a.c.) A ideia central do modelo é da existência de uma porção indivisível de matéria, que deu origem ao termo átomo (não pode ser dividido). Aqui estamos usando Demócrito como uma referência, seu preceptor Leucipo, assim outros filósofos tais como Parmênides, Tales e outros também se dedicaram a buscar explicações sobre o que hoje podemos chamar de estrutura da matéria.</p>
<p>Dalton - Bola de bilhar (1808) Assim como em Demócrito a ideia central do modelo é da existência de uma porção indivisível de matéria. Este modelo ficou conhecido como modelo bola de bilhar. Um dos problemas deste modelo é que nele o átomo não pode ser ionizado, logo com o avanço dos estudos sobre eletricidade este modelo tornou-se insuficiente para explicar a estrutura da matéria.</p>
<p>Thomson - Pudim de passas (1904) Neste modelo, conhecido como pudim de passas, a existência de elétrons já é considerada. Nele o átomo é uma distribuição esférica positiva onde os elétrons estariam distribuídos uniformemente pelo átomo devido a repulsão entre os mesmos, o que resolve o problema da ionização. Mesmo explicando a ionização do átomo, os experimentos de espalhamento de partículas alfa indicaram que a distribuição de cargas positivas deveria ser muito pequeno se comparado ao tamanho do átomo.</p>
<p>Rutherford - Sistema planetário (1911) Neste modelo as cargas positivas estão concentradas em uma pequena região</p>

central, chamada núcleo, ao qual os elétrons orbitam, de forma análoga a um “sistema planetário”, isso explicaria os resultados observados no espalhamento de partículas alfa. Contudo segundo o eletromagnetismo clássico os elétrons, por estarem acelerados deveriam emitir sua energia até colapsar no núcleo, em um intervalo de tempo muito curto.

Bohr - Órbitas fixas (1913)

No modelo Bohr as cargas positivas estão concentradas no núcleo com os elétrons as orbitando de forma semelhante ao modelo de Rutherford. Os elétrons, no entanto, em determinadas órbitas não emitem radiação como previsto classicamente. Nestas órbitas estáveis os níveis de energia são bem definidos. Aqui as ideias de quantização são incorporadas ao modelo, de forma que a mudança de um nível de energia para o outro se dá por meio da absorção ou emissão de um fóton. Isto explica as linhas espectrais observadas. Contudo não explica o porque das órbitas serem fixas.

Schrödinger - Função de onda (1926)

As evidências experimentais mostram que sistemas de partículas microscópicas, possuem comportamento ondulatório. Sob este aspecto foi construída a teoria de Schrödinger. Nela o comportamento do sistema é descrito por funções de onda. A função de onda em si não possui significado Físico, contudo o seu produto com seu complexo conjugado sim, que é a densidade de probabilidade de se encontrar a partícula em determinado estado. Este é o modelo mais completo, contudo traz a dificuldade de ser muito complexo. Nele além de ser desejável um conhecimento matemático relacionado a equações diferenciais, números complexos e estatística, também é necessário a familiaridade com conceitos de ondulatória, dualidade onda partícula, superposição e interferência, para uma melhor compreensão do modelo.

Indeterminado

Algumas tarefas não tratam de um modelo atômico específico, por exemplo, tarefas que envolvem as Séries de Balmer, Paschen e outras. Embora estas sejam explicadas pelo modelo de Bohr, foram obtidas de forma empírica, e podem também ser explicadas por outro modelo.

Adaptado de McKagan et al (2008)

Na segunda etapa, para compreender se as tarefas apresentadas nos livros, efetivamente contribuem para uma compreensão das relações entre os modelos atômicos e os espectros discretos foi utilizado o trabalho de Savall-Aleman et al (2016). Nele estão relacionados alguns CC, que segundo os autores são suficientes para uma maior compreensão do modelo de Bohr e auxiliam na interpretação dos espectros atômicos. Estes CC não são referentes especificamente ao modelo de Bohr, ou a um único modelo e podem ser relacionados a outros modelos que levam em consideração a quantização de energia. Uma síntese dos conceitos considerados pode ser vista no quadro abaixo.

Quadro 3 – Conceitos-chave

CC	Descrição
CC01	Qualquer mudança de energia implica a transição do átomo de um estado estacionário para outro.
CC02	A radiação é composta de fótons, entendidos como quantas indivisíveis.
CC03	A energia de cada fóton é proporcional à frequência de radiação.
CC04	A intensidade da radiação é proporcional ao número e energia dos fótons que a formam.
CC05	A frequência da radiação emitida ou absorvida por um átomo é proporcional à

	diferença de energia entre os estados de dos quais a transição ocorre.
CC06	As transições para estados de energia inferiores são de natureza aleatória.
CC07	A intensidade das linhas espectrais é proporcional ao número de transições atômicas por unidade de tempo que a originou.
CC08	Transições de um estado excitado para outro estado de energia superior são possíveis, mas altamente improváveis.

Elaborado com base em Savall-Aleman et al (2016)

Durante a realização da investigação foi observado que algumas questões permitiam a discussão parcial de alguns conceitos. Neste caso, a presença do conceito foi considerada na apresentação e na discussão dos resultados. Para a categorização, foi feita a resolução das tarefas propostas nos capítulos selecionados e comparado com a resolução proposta pelos autores, quando disponível. Na maior parte dos casos o modelo que deve ser utilizado para o cumprimento da tarefa está explícito no enunciado.

Resultados e considerações

Nos quadros 4 e 5 são apresentados os quantitativos de tarefas, somando todos os livros do EM, em relação ao livro de ES. Para cada uma das categorizações. Em seguida são apresentadas algumas considerações, com alguns detalhes quanto a distribuição das tarefas em alguns livros-texto.

Quadro 4 – Quantitativo de tarefas referentes aos modelo atômico nos livros-texto

	Demócrito	Dalton	Thomson	Rutherford	Bohr	Schrödinger	Indeterminado
EM	1	2	4	10	69	3	2
ES	0	0	4	8	40	0	7

Fonte: o autor

Quadro 5 – Quantitativo de CC nos livros-texto

	CC01	CC02	CC03	CC04	CC05	CC06	CC07	CC08
EM	55	26	10	0	17	2	0	2
ES	22	5	2	0	4	1	0	0

Fonte: o autor

A análise dos resultados mostra que a ênfase nas tarefas envolve o modelo de Bohr, seguido pelos modelos de Rutherford e Thomson, respectivamente. Pode se observar que em alguns dos materiais (5, 6, 10, 11) o modelo de Bohr é o único modelo mobilizado nas atividades. É importante ainda citar que nos livros 1, 2 e 7 não trazem tarefas específicas para a discussão de nenhum modelo.

Este resultado já era esperado no material de comparação, uma vez que o capítulo escolhido para o recorte da análise já indica em seu título: “Modelo de Bohr para o átomo”, que o foco é o modelo de Bohr. Já nos livros do EM, observa-se uma apresentação teórica dos outros modelos o que possibilitaria uma diversidade maior de modelos abordados, contudo o modelo de Bohr costuma ser o mais tratado.

Alguns fatores podem contribuir para a maior presença do modelo de Bohr. Um é a possibilidade da proposição de tarefas matematicamente simples (equações do primeiro ou segundo grau) compatíveis com o EM. Outro fator é a facilidade de inserção de aspectos relacionados a quantização das grandezas físicas através dos postulados de Bohr. Outro aspecto que não pode ser negligenciado é uma possível influência do material de comparação sobre os materiais do EM, devido à distribuição das tarefas observadas.

No livro de comparação o modelo de Schrödinger é abordado nos capítulos seguintes, razão para não haver nenhuma tarefa sobre este modelo, no capítulo selecionado. Enquanto nos de EM são mobilizados apenas nos livros 3 e 4. Uma possibilidade para esse fato pode ser devido à dificuldade de discussão, pois envolve o entendimento de conceitos relacionados a Dualidade Onda-partícula, ao Princípio de Incerteza, e Probabilidade. É interessante também mencionar que parte significativa das tarefas onde aparecem os outros modelos, que não o de Bohr, nos livros de EM são tarefas que solicitam algum tipo de comparação entre modelos.

Pode se observar que a ênfase dos CC também é semelhante entre os livros do EM e o livro de comparação. O conceito que é mais enfatizado em todos os materiais analisados é o CC01 (qualquer mudança de energia implica a transição do átomo de um estado estacionário para outro).

No livro de comparação os conceitos CC02 (A radiação é composta de fótons, entendidos como quantas indivisíveis.) e CC05 (A frequência da radiação emitida ou absorvida por um átomo é proporcional à diferença de energia entre os estados de dos quais a transição ocorre) são os que aparecem respectivamente em segundo, e em terceiro em relação ao número de tarefas. Uma distribuição parecida pode ser observada nos livros 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, e 12. O número de ocorrências destes conceitos (CC02 e CC05) é muito próxima nos diversos materiais, em alguns livros estando em segundo e em outros em terceiro, mas, ainda assim, uma distribuição próxima ao do livro de ES.

De maneira recorrente, nos livros de EM as tarefas envolvem identificar transições eletrônicas (em diagramas de níveis de energia ou em representação do átomo). Assim, elas mobilizam os CC01, CC02 e CC05 simultaneamente.

Os conceitos CC04 (A intensidade da radiação é proporcional ao número e energia dos fótons que a formam.), CC06 (As transições para estados de energia inferiores são de natureza aleatória), CC07 (a intensidade das linhas espectrais é proporcional ao número de transições atômicas por unidade de tempo que a originou), e CC08 (Transições de um estado excitado para outro estado de energia superior são possíveis, mas altamente improváveis), não são mobilizados ou são pouco mobilizados tanto no material de comparação, como nos livros do EM. Os conceitos CC04 e CC07 não são mobilizados em nenhuma das tarefas, o CC06 é abordado apenas uma vez nos livros 3 e 12 e no material de comparação. E o CC08 uma vez no livro 3 e no 5.

Os resultados apontam uma não uniformidade nos livros do PNLD quanto a presença do tema modelos atômicos, uma vez que nos livros 1, 2 e 7 não abordam nenhum modelos nas tarefas propostas e apenas no livro 3 são discutidos todos os modelos categorizados. Pode se especular que isso se deve ao fato de a inclusão de conceitos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio seja relativamente recente e estes conceitos ainda não foram consolidados de fato nos currículos escolares.

A análise do bloco teórico sugere que ainda existe certa influência dos materiais didáticos para ES nos de EM, uma vez que o modelos e os CC que mais são tratados nos materiais dos dois níveis de ensino são os mesmos. Com relação aos CC propostos por SavallAlemany et al (2016) os resultados mostram que nenhum dos livros, nem mesmo o de ES, apresentam tarefas que permitam discutir todos os conceitos propostos. É importante ressaltar que a falta de tarefas que permitam discutir todos os conceitos, não significa que estes não sejam abordados nos textos, possibilitando que o professor utilize uma abordagem mais informativa do que formativa.

A inclusão de tarefas que permitem a mobilização de todos os conceitos considerados chave, tornaria o material mais completo e possibilitaria potencialmente um entendimento melhor do fenômeno. Isso não significa que os conceitos envolvidos na relação entre modelos atômicos e espectroscopia não sejam tratados nestes manuais, pois só foi analisado uma parte dos materiais. Contudo a falta de tarefas que mobilizem todos os conceitos, mesmos que estes sejam abordados nos textos, não permite um entendimento completo do fenômeno.

Referências

BERNARDO, F. L. ANÁLISE PRAXEOLÓGICA DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA EM LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO. Dissertação de mestrado. UFSC, Florianópolis, 2015.

CHEVALLARD, Y. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221–266, 1999.

DOMINGUINI, L.; ORTIGARA, V. Análise de conteúdo como metodologia para seleção de livros didáticos de química. In: **XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, Brasília, 2010.

LOBATO, T.; GRECA, I. M. Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 11, p. 119–132, 2005.

MCKAGAN, S. B.; PERKINS, K. K.; WIEMAN, C. E. Why we should teach the Bohr model and how to teach it effectively. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, 2008.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 375-376, 2002

PARENTE, F. A. G.; SANTOS, A. C. F. Dos; TORT, A. C. O átomo de Bohr no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1–4, 2014.

PEDUZZI, L. O.; BASSO, A. C. Para o ensino do átomo de Bohr no nível médio. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 545-557, Dec. 2005

SAVALL-ALEMANY, F.; DOMÈNECH-BLANCO, J. L.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. Identifying student and teacher difficulties in interpreting atomic spectra using a quantum model of emission and absorption of radiation. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 1, p. 1–16, 2016.

ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DO PNLD 2018

ASTRONOMY IN THE PHYSICS TEXTBOOKS OF THE 1st YEAR OF HIGH SCHOOL: AN ANALYSIS OF PNLD 2018

Lucas Eduardo Xavier¹, Marcos Antonio Florczak², Alisson Antonio Martins³

¹UTFPR/PPGFCET, lucasxavier@alunos.utfpr.edu.br

²UTFPR/DAFIS/PPGFCET, florczak@utfpr.edu.br

³UTFPR/DAFIS/PPGFCET/GEPEF, amartins@utfpr.edu.br

Resumo

A Astronomia tem suas origens nas observações realizadas desde as primeiras civilizações, pois o céu estrelado, o movimento dos astros e outros fenômenos astronômicos chamam a atenção por estarem visíveis a olho nu. Na atualidade, além das observações a olho nu, os desenvolvimentos tecnológicos, tanto em equipamentos de observação quanto de viagens espaciais, despertam um interesse por parte da população, principalmente entre jovens e adolescentes. Esta ciência está ligada e compartilha de diversos conceitos com a Física, de tal modo que esta relação se constitui em um fator relevante para o ensino de Física, pois ao se utilizar da Astronomia para explicar determinados conceitos físicos, pode haver um maior interesse por parte de estudantes e professores. Deste modo, o presente trabalho apresenta uma análise sobre a presença da Astronomia nos livros didáticos de Física aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2018, seguindo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+) e a tabela Bretones (1999). Foram analisados todos os livros do volume 1 das doze coleções aprovadas, ou seja, aqueles voltados ao primeiro ano do Ensino Médio. De modo específico, procurou-se identificar se essas obras atendem ao PCN+, em especial ao tema Universo, Terra e Vida que trata de assuntos voltados à Astronomia. Como resultado percebe-se que há um padrão sobre como a Astronomia é abordada, por meio dos conteúdos mais frequentes, além de poucos livros contemplarem integralmente o PCN+.

Palavras-chave: Astronomia. Ensino de Física. Livros Didáticos de Física. PCN+. PNLD.

Abstract

The Astronomy is one of the sciences studied since the earliest civilizations, such as the starry sky, the movement of the stars, and other astronomical phenomena that draw attention because they are visible to the naked eye. Nowadays, besides observing the naked eyes, there are technological developments, whether in the areas of observation equipment or space travel, all of this arouses an interest on the part of the population, especially young people and adolescents. It is linked and shares several concepts with physics, so which may be a relevant factor when considering physics teaching, as using astronomy to explain

physical requirements, there may be a greater interest in students. In this way, the present work presents an analysis of how astronomy is present in the textbooks applied in the 2018 Brazilian National Program of Textbooks – PNLD, following the National High School Curriculum Parameters (PCN+) and a table Bretones (1999). The collected collections were analyzed all the books of volume 1, that is, those focused on the first year of high school, more specifically the works published in PCN+ especially on the theme Universe, Earth and Life that deals with subjects related to Astronomy. As a result, it is clear that there is a certain pattern about how astronomy is approached and what is the most frequent content. Another relevant fact and that few textbooks fully cover the PCN+

Keywords: Astronomy, textbook, PCN+, PNLD.

Introdução

A Astronomia é uma ciência que desperta grande atenção das pessoas, independentemente de sua idade. De acordo com Bretones (1999), a maioria das pessoas adquire conhecimento sobre Astronomia de maneira informal, sendo os principais meios, atualmente, a internet, as redes sociais, a TV e a conversa com outras pessoas.

Embora não se configure como uma disciplina específica na Educação Básica, a Astronomia é uma ciência importante no processo de ensino-aprendizagem. Em termos de pesquisa científica, percebe-se que a área de ensino de Astronomia vem aumentando ao longo dos anos. Segundo Bretones (2011), de 1996 a 2002 tem-se uma média de 2 trabalhos publicados por ano, enquanto entre 2004 e 2010 esse número passou para 7 trabalhos por ano. Esse aumento, segundo o autor, pode ser observado devido à criação de programas de pós-graduação nessa área, em algumas universidades do país.

Pensando na prática pedagógica percebe-se que a Astronomia pode favorecer a interdisciplinaridade, uma vez que ela se relaciona não apenas com a Física, como ocorre na maioria das vezes, mas com grande parte das disciplinas da Educação Básica. Para Santos (2017), há uma grande potencialidade no ensino ao se fazer associações dessa área da ciência com as demais, haja vista o interesse que ela desperta nos estudantes.

Por ter uma grande proximidade com a Física, é comum encontrarmos diversos elementos de Astronomia nos livros didáticos e, desta forma, ela acaba fazendo parte do processo de educação escolar. Ao considerarmos o ensino formal, o livro didático é um dos materiais mais relevantes no processo de ensino e aprendizagem, pois, como afirma Mantovani (2009), os livros didáticos estão para além da sala de aula, sendo o material com que muitas vezes o docente prepara suas aulas e o discente tem nele sua fonte de consulta e apoio para estudar.

Assim, o presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve por objetivo analisar a presença dos temas de Astronomia nos livros didáticos do primeiro ano do Ensino Médio, aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018 (PNLD 2018). Para orientar a análise foram utilizados os Parâmetros Nacionais Curriculares do Ensino Médio e a Tabela Bretones (1999).

Ensino de Astronomia nos Livros Didáticos de Física

A Astronomia pode ser considerada como uma das ciências mais antigas, estando muito presente em nossa sociedade. Segundo Strieder e Ubinski (2013), desde as primeiras civilizações é possível identificar registros nos quais os conhecimentos astronômicos influenciavam as atividades da época. De acordo com Puzzo, Lattari e Trevisan (2004), a partir do conhecimento que os povos antigos tinham sobre o céu, era possível determinar os momentos mais apropriados para fazer plantios e realizar colheitas, fazer caçadas ou pescar. Neste sentido, compreende-se que a Astronomia contribuiu significativamente para o desenvolvimento de áreas como Física, Matemática e Geometria.

Desde a antiguidade, a partir das observações do céu e dos conceitos construídos por meio da Astronomia, é possível despertar o imaginário das pessoas e estabelecer conexões com as outras ciências, tornando a Astronomia muito relevante no contexto da educação escolar. Neste sentido, Bisch (1998), citado por Santos (2017), afirma que a Astronomia pode funcionar como um fio condutor que leva a uma iniciação à ciência de maneira motivadora, mostrando como a natureza é bela, interessante e desconhecida.

Segundo Langhi (2009), aos poucos, o ensino de Astronomia vem sendo se fazendo presente no Ensino Médio, pois, temas que não haviam antes, agora estão sendo integrados aos conteúdos de ensino. Por exemplo, assuntos como Astrobiologia, Astrofísica, Cosmologia e Instrumentação Astronômica foram inseridos na área das Ciências da Natureza, estando presentes não apenas na Física, mas, também, na Química e na Biologia.

Entretanto, de acordo com Bretones (1999), percebe-se um problema relacionado à formação dos docentes que, em muitos casos, não contempla uma disciplina específica de Astronomia. Neste mesmo sentido, Langhi (2004) aponta que a pouca ou nenhuma formação do docente em relação aos conteúdos em questão implicam na divulgação de concepções de senso comum, o que prejudica o acesso aos conhecimentos astronômicos pelos estudantes.

Conforme afirma Bucciarelli (2001), a abordagem para tais conceitos deve ser consonante com a proposta curricular da escola, trazer um rigor científico, trazer conceitos atuais e estar ligada aos conteúdos de Ciências da Natureza, incentivando, deste modo, a interdisciplinaridade entre as áreas da ciência.

Um material didático que pode estabelecer relação com a proposta curricular da escola é o livro didático que, no Brasil, é distribuído gratuitamente aos estudantes da Educação Básica, por meio do PNLD. Para Pereira (2004), o livro didático é um material significativo para o trabalho do professor e, conseqüentemente, de grande influência no processo de ensino-aprendizagem.

O livro é um material básico para o ensino de sala de aula, pois, como afirma Mantovani (2009, p. 23) “entre os professores, há tanto os que têm nele seu único material de trabalho, quantos os que utilizam apenas como apoio às suas aulas”.

Nesta mesma linha de raciocínio, Santos (2016, p. 11) aponta que, em muitas escolas, o livro didático “assume a centralidade enquanto recurso pedagógico”, por meio do qual os professores constroem seu planejamento e planos de aula e os alunos utilizam como fonte de consulta para estudar e resolver os problemas propostos. Desta forma, considera-se que se um livro didático acaba por

apresentar mais elementos de Astronomia, o professor terá maiores oportunidades para trabalhar com estes elementos em sala de aula.

Romanatto (2008, p. 5) ressalta algumas das vantagens associadas à utilização do livro didático, as quais trazem benefícios tanto para os professores quanto aos alunos:

- a) aumento da capacidade de ler (aumento de vocabulário, aumento de compreensão do que se lê);
- b) integração e sistematização da matéria (graças a uma sequência ordenada das lições);
- c) facilitação de revisões periódicas;
- d) desenvolvimento de hábitos de independência e de autonomia.

(ROMANATTO, 2008, p. 5).

No contexto do PNLD, os livros didáticos seguem orientações curriculares que se expressam, por exemplo, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) e das Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+). Estes documentos norteiam os conteúdos que devem ser trabalhados nesta etapa da Educação Básica, bem como as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes.

Os livros didáticos têm nos PCN e PCN+ uma orientação curricular sobre os conteúdos a serem apresentados. Em específico, a disciplina de Física deve ser apresentada como um conjunto de competências específicas que permitam ao aluno perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (BRASIL, 1997).

Como este trabalho tem como foco a presença de conteúdos de Astronomia nos livros didáticos, a análise elaborada ocorreu em face do tema estruturador “Universo, Terra e Vida”, indicado pelo PCN+, com o objetivo de “confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária” (BRASIL, 2002, p. 28). Dentro deste tema, há três unidades, sendo elas: Terra e Sistema Solar, O Universo e sua Origem e, por último, Compreensão Humana do Universo. O tema, como o próprio documento sugere, é para ser trabalhado no período de um semestre letivo, ficando a critério do professor escolher a melhor maneira de abordá-lo.

Procedimentos metodológicos

A análise foi desenvolvida de modo predominantemente quantitativo, havendo em alguns momentos uma análise qualitativa das informações obtidas. Para Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa se utiliza da análise de dados recolhidos a partir de instrumentos padronizados e recorre à linguagem matemática para descrever os resultados construídos. O autor ainda considera que ao se associar a pesquisa qualitativa à quantitativa há um maior aproveitamento das informações recolhidas.

As fontes documentais utilizadas na pesquisa foram os livros didáticos de Física do 1º ano do Ensino Médio aprovados no PNLD 2018. Os livros foram analisados e as informações referentes à Astronomia neles presentes foram classificadas em doze categorias de acordo com a Tabela 1, na qual constam os

ramos da Astronomia, a partir do estudo de Bretones (1999). Na sequência, a segunda análise ocorreu em relação ao PCN+, isto é, procurando identificar se os livros contemplavam o tema estruturador “Universo Terra e Vida”.

Para organização e orientação da análise dos livros didáticos, foram utilizados procedimentos da análise de conteúdo de Bardin (1977), tendo por referência principal a tabela organizada por Bretones (1999).

Tabela 1. Classificação dos ramos da Astronomia

História e Objeto	Desenvolvimento histórico da Astronomia, conceito de Astronomia, definição, divisões e propósitos.
Astronomia de Posição	Esfera celeste e sistemas de coordenadas.
Instrumentos	Instrumentação de modo geral, como por exemplo: telescópios, lunetas, binóculos, detectores, observatórios, montagens, fotografia e até sondas espaciais.
Sistema Sol-Terra-Lua	Movimentos da Terra, estações do ano, distâncias Terra-Sol e Terra-Lua, fases da Lua, eclipses e marés.
Sistema Solar	Características gerais de seus principais componentes: Sol, planetas, luas, asteroides e cometas.
Estrelas	Propriedades, como por exemplo, nomenclatura, brilho, distância, sistemas, cor e temperatura, conteúdos de evolução estelar, composições, tamanhos, estrelas variáveis, nebulosas, supernovas, pulsares e buracos negros.
Galáxias	Via Láctea, o Grupo Local, a classificação das galáxias, núcleos ativos e distribuição.
Cosmologia	Estrutura do Universo em larga escala e à Cosmologia, com as teorias sobre origem e evolução do Universo.
Céu e Constelações	Observações do céu, localização e identificação dos diversos objetos celestes.
Tempo e Calendário	Sistemas de medidas de tempo, história do calendário, fusos horários, relógios de Sol.
Mecânica Celeste	Dinâmica do Sistema Solar, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal de Newton.
Astrofísica	Princípios de Astrofísica, fotometria, análise espectral, radiação eletromagnética e reações nucleares

Fonte: Adaptado de Bretones (1999).

Utilizando a Tabela 1, foi realizada uma análise quantitativa, verificando-se a frequência da presença de cada tema nos livros didáticos. Em um segundo momento, na verificação do atendimento aos elementos presentes no PCN+, a análise ocorreu por viés qualitativo, com procedimentos da análise de conteúdo.

Para a identificação dos livros didáticos analisados, foi atribuído um código a cada um, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Código das obras analisadas

Código	Título	Autores	Editora
LDF1	Física: Ser Protagonista	Fukui; Nani; Molina; Venê	SM
LDF2	Física	Bonjorno; Clinton; Prado; Casemiro	FTD
LDF3	Física em contextos	Pietrocola; Pogibin; Andrade; Romero	do Brasil
LDF4	Física 1	Helou; Gualter; Newton	Saraiva
LDF5	Física 1	Guimarães; Piqueira; Carro	Ática
LDF6	Física: Para o Ensino Médio	Kazuhito; Fuke	Saraiva
LDF7	Compreendendo a Física	Alberto Gaspar	Ática
LDF8	Física: Ciência e Tecnologia	Torres; Ferraro; Soares; Penteado	Moderna
LDF9	Física: Contexto & Aplicações	Máximo; Alvarenga; Guimarães	Scipione
LDF10	Física aula por aula	Barreto; Xavier	FTD
LDF11	Conexões com a Física	Martini; Spinelli; Reis; Sant'Anna	Moderna
LDF12	Física 1: Interação e Tecnologia	Aurelio e Toscano	LeYa

Fonte: Autoria própria (2019).

A análise foi realizada tanto nas seções de apresentação dos conteúdos de ensino, quanto nas seções relativas às atividades a serem desenvolvidas pelos alunos.

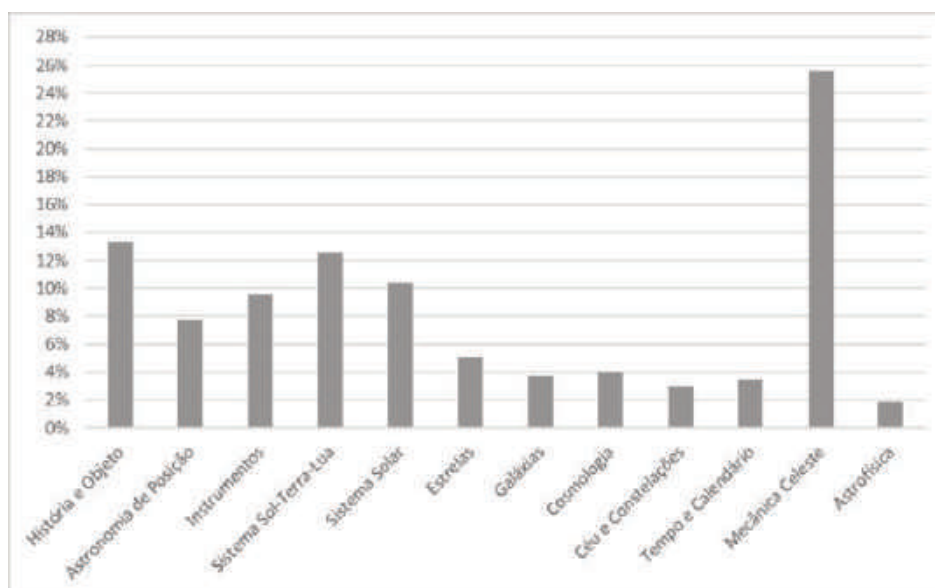
Resultados

A partir da análise dos livros didáticos de Física do 1º ano do Ensino Médio percebeu-se que determinados ramos da Astronomia são predominantes. Isto é, os conteúdos de Mecânica Celeste, História e Objeto e Sistema Sol-Terra-Lua somados correspondem a 51% do total de conteúdos de Astronomia presentes nos livros, isso comparados às outras nove áreas propostas por Bretones (1999).

Áreas como Astrofísica, Céu e Constelações e Tempo e Calendário, somadas não chegam a 9% do total de conteúdos presentes nos livros. Tais temas ajudam na compreensão tanto da Astronomia Antiga, ao apresentar para os estudantes como foi feita a organização dos calendários e contagem do tempo, quanto da Astronomia Moderna, com as análises das estrelas a partir da radiação por elas emitidas.

Foi possível perceber que determinados assuntos envolvendo Astronomia são recorrentes na maior parte dos livros, tais como o experimento da pena e do martelo realizado na Lua por David Scott. Ou os conceitos de imponderabilidade, usando como exemplo a Estação Espacial Internacional. No capítulo de apresentação dos livros, a Astronomia é recorrente, sendo apresentada sua evolução, relacionando-se com o próprio desenvolvimento da Física.

Gráfico 1. Classificação da frequência dos temas de Astronomia nos livros



Fonte: Autoria própria (2019).

Com relação ao PCN+, percebeu-se que poucos são os livros que contemplam integralmente o tema “Universo, Terra e Vida”. Apenas os materiais da editora Moderna com o livro Física: Ciência e Tecnologia e a Editora Brasil, com o exemplar Física em contextos.

Considerando as três unidades do tema, apenas a primeira, “Terra e Sistema Solar” é abordada de maneira completa pelos materiais didáticos, estando ligada aos conceitos de Mecânica Celeste, conforme proposto por Bretones (1999). A unidade “O Universo e sua Origem” é a menos abordada nos livros didáticos, trazendo apenas conceitos pontuais, mas que ao final não acaba correspondendo ao que se pede no PCN+.

Considerações finais

Os resultados produzidos com o desenvolvimento desta pesquisa se devem, parcialmente, às proximidades dos conteúdos do primeiro ano do Ensino Médio com os temas em questão, tais como Mecânica Celeste e Sistema Sol-Terra-Lua, pois estes assuntos, no que se refere aos movimentos e às interações entre os corpos celestes, estão ligados à Cinemática e à Dinâmica, conteúdos de ensino tradicionalmente presentes nos livros didáticos de Física. No caso da Astrofísica, os principais conceitos acabam se relacionando com conteúdo dos próximos anos do Ensino Médio, como Ótica, Eletromagnetismo e Física Moderna e, em função de a análise ter se restringido aos livros dedicados ao primeiro ano do Ensino Médio, não foi possível identificar sua presença de modo mais frequente. Os livros que não contemplaram integralmente o tema seis do PCN+ podem ter alocado esses conceitos nos outros volumes, embora alguns tópicos também sejam pertinentes ao conteúdo do primeiro ano.

Como continuidade, pretende-se desenvolver um estudo ampliado, procurando compreender de que modo a Astronomia se apresenta em outras publicações didáticas destinadas ao ensino de Física.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1 ed. Lisboa: Edições 70, 1977
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília. MEC/SEMTEC. 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientação Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais-Ciência da natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 2002.
- BRETONES, P. S. **Disciplinas Introdutórias nos Cursos Superiores do Brasil**. 1999. 200f. Dissertação (Mestrado Em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual De Campinas, Campinas, 1999.
- BRETONES, P. S. N. Jorge M. **Tendências De Teses E Dissertações Sobre Educação Em Astronomia No Brasil**. Adaptação do trabalho apresentado na XXIX Reunião Anual da Sociedade Astronômica Brasileira, de 03 a 07 de agosto de 2003, em Águas de São Pedro – SP. Artigo publicado no Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
- LANGHI, R. NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402. 2009. Disponível em: <<http://sbFísica.org.br>>. Acesso em 01 abril. 2019.
- MANTOVANI, K. P. **O Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, Impactos na Qualidade do Ensino Público**. 2009. 126f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. 2009
- ROMANATTO, M. C. **O Livro Didático: alcance e limites**. Disponível em: <http://miltonborba.org/Anais_VII_EPEM/mesas_redondas/mr19-Mauro>. Acesso em 02 de abril de 2019.
- BUCCIARELLI, P. **Recursos didáticos de Astronomia para o ensino médio e fundamental**. São Paulo, 2001. 57 f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- SANTOS, E. J. A. F. Dos. **O Ensino De Física A Luz Da Astronomia: Uma Prática Pedagógica Investigativa E Experimental**. 2017. 131f. Dissertação (Mestrado Profissional Em Astronomia) – Departamento De Física, Universidade Estadual De Feira De Santana, Feira De Santana, 2017.
- SANTOS, I. C. Dos. **Aplicação Da Astronomia Ao Ensino De Física E Biologia**. 2017. 144f. Dissertação (Mestrado Profissional Em Astronomia) – Departamento De Física, Universidade Estadual De Feira De Santana, Feira De Santana, 2017
- SANTOS, S. G. **Livro Didático E Atividades Lúdicas: Uma Combinação Relevante Para O Ensino-Aprendizagem Dos Conteúdos De Astronomia**. 2016. 135f. Dissertação (Mestrado Profissional Em Astronomia) – Departamento De Física, Universidade Estadual De Feira De Santana, Feira De Santana, 2016.
- STRIEDER, D. M.; UBINSKI; J. A. S. **Iniciação Científica em Astronomia na Educação Básica**. Revista Eletrônica de Extensão e Vivências. Vol. 9, N.17: p.44-51, Out. 2013. Disponível em <www.scielo.br>. Acesso em: maio. 2014.
- PUZZO, D.. TREVISAN, R. H. LATTARI, C. J. B. **Astronomia: A Investigação da Ação Pedagógica do Professor**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física.

DEMANDAS SOCIAIS NO CLUBE DE CIÊNCIAS: UM OLHAR SOBRE AS RELAÇÕES TEMA-CONTEÚDO

SOCIAL DEMANDS IN THE SCIENCE CLUBS: A LOOK AT THE THEME-CONTENT RELATIONSHIP

Kaique Anjos Santos¹, Erick Souza Santos², Nicholas Scofield³, Bruno Freitas⁴,
Simoni Tormohlen Gehlen⁵

¹Universidade Estadual de Santa Cruz/ Curso de Física/ kaiqueanjos@live.com

²Universidade Estadual de Santa Cruz/ Curso de Física/ souzasantos@hotmail.com

³Universidade Estadual de Santa Cruz/ Curso de Física/ nicholas.sl.scofield@gmail.com

⁴Universidade Estadual de Santa Cruz/ Curso de Física/ brunico16@gmail.com

⁵Universidade Estadual de Santa Cruz/ DCET/PPGECM/ stgehlen@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo investigar a compreensão de professores do Centro Integrado Oscar Marinho Falcão, localizado em Itabuna-BA, sobre a relação tema-conteúdo no processo de seleção e sistematização de atividades envolvendo demandas sociais. Para isso, realizou-se um processo formativo de professores e alunos no contexto do Clube de Ciências da referida escola, tendo como foco o processo de obtenção de Temas Geradores, em especial a etapa da Redução Temática em que foram elaboradas Unidades de Ensino por parte dos professores, explicitando conceitos de Ciências/Física. As informações foram obtidas por meio de videograções do processo de formação e das produções dos professores e analisadas pela Análise Textual Discursiva, tendo como referência a categoria *a priori* "A relação tema-conteúdo na construção da Unidade de Ensino de Ciências/Física". Dentre os resultados, destaca-se que alguns professores compreenderam a relação tema-conteúdo como um processo em que os conteúdos são subordinados ao tema, evidenciando a necessidade de conhecimentos de várias áreas do saber para a compreensão do Tema Gerador.

Palavras-chave: Clube de Ciências. Investigação Temática. Paulo Freire.

Abstract

This work aims to investigate the comprehension of teachers of the school Centro Integrado Oscar Marinho Falcão (CIOMF), located in Itabuna-BA, about the theme-content relationship in the process of selecting and systematization of activities involving social demands. For this, was performed a training process of teachers and students in the context of a Science Club of that school, focusing on obtaining Generators Themes, specially the Thematic Reduction stage in which Teaching Units were prepared by teachers, some explaining science/physics concepts. The information was obtained through video recordings of the training process and of the teacher's productions, that were analyzed through the Discursive Textual Analyses (ATD) having as reference the *a priori* category "The theme-content relationship in the construction of Science/Physics Teaching Units". Among the results, it is highlighted

that some teachers understood the theme-content relationship as a process in which the contents are subordinated to the theme, highlighting the need for knowledges from various knowledge areas for understanding the Generator Theme.

Keywords: Science Club. Thematic Investigation. Paulo Freire.

Introdução

Alguns estudos realizados na educação em Ciências/Física têm utilizado os pressupostos de Paulo Freire para discutir a reorganização do currículo escolar, em especial para selecionar conceitos, conteúdos e ações para serem trabalhados por meio de Temas Geradores, a exemplo de Silva (2004), Mendonça (2016), Centa e Muenchen (2018) e Milli, Almeida e Gehlen (2018). Contudo, o foco dos trabalhos na perspectiva de Paulo Freire tem sido, em sua maioria, na formação inicial e permanente de professores (NERES; GEHLEN, 2018), em que ainda são incipientes os realizados em outros espaços escolares, a exemplo dos Clubes de Ciências.

Prá e Tomio (2014) apontam que os Clubes de Ciências se destacam em meio aos espaços de educação científica, nos quais a escola pode viabilizar e organizar atividades e projetos para que os educandos possam, de forma provocativa e reflexiva, aprender ciências e relacionar os conhecimentos com aspectos e situações do dia a dia. Para as autoras, apesar da quantidade de publicações acerca dos Clubes de Ciências, poucas pesquisas abordam teoricamente e metodologicamente as concepções e práticas que permeiam sua produção. A ausência de pesquisas dessa natureza foi constatada pelas autoras até o ano de 2013, em que não haviam pesquisas acerca dos Clubes de Ciências realizadas na região Nordeste do Brasil.

Dessa forma, desenvolveu-se um processo formativo em uma escola pública localizada na cidade de Itabuna-BA, no contexto do seu Clube de Ciências, tendo como referência atividades para a obtenção e de Temas Geradores, em que investigou-se a compreensão de professores sobre a relação tema-conteúdo.

Temas Geradores no Clube de Ciências

Os Temas Geradores sintetizam as contradições sociais e/ou demandas sociais da comunidade local em que está localizada a escola. No contexto escolar, o processo para obtenção do Tema Gerador é realizado por meio da Investigação Temática, compreendida em: i) Levantamento Preliminar; ii) Escolha das codificações; iii) Diálogos descodificadores; iv) Redução Temática e v) Sala de Aula (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), utilizados por pesquisas que têm como foco a formação de professores e/ou organização do currículo escolar (MENDONÇA, 2016; MILLI, SOLINO e GEHLEN, 2018; SILVA, 2004). É importante destacar que os conhecimentos, conteúdos e ações necessários para a compreensão do Tema Gerador são subordinados a ele, ou seja, são selecionados tendo como critério as necessidades de uma determinada comunidade.

Para além desses contextos, entende-se que a Investigação Temática também pode ser realizada no âmbito de Clubes de Ciências. Para Santos et al. (2010), os Clubes de Ciência reorientaram seus objetivos iniciais e atualmente funcionam como ambiente em que o ensino de ciências prioriza a realidade local, para além dos conceitos científicos. É nessa perspectiva que o Clube de Ciências do Centro Integrado Oscar Marinho Falcão (CIOMF), composto por professores e alunos, tem desenvolvido alguns projetos científicos e tecnológicos nos últimos anos (poderia citar um exemplo aqui). Matos e Santana (2018) apontam que os pressupostos teóricos desse Clube de Ciências do CIOMF estão baseados na perspectiva de Paulo Freire e defendem o sujeito como agente transformador de sua realidade por meio da

problematização e dialogicidade. Eles também afirmam que “o Clube de Ciência surge como uma abertura a essa dialogicidade do saber, ao mostrar que é possível a concretização do protagonismo juvenil nesse ambiente pedagógico, desde que seja devidamente orientado e, sobretudo, se exercite a escuta sensível” (MATOS; SANTANA, 2018, p. 2).

Embora tenham sido desenvolvidos projetos, no âmbito do Clube de Ciências do CIOMF, que se caracterizam por sua relevância social, alguns projetos originam-se a partir de necessidades e interesses pessoais dos alunos e nem sempre representam uma demanda social da comunidade em que a escola está inserida. São os alunos que selecionam os problemas a serem investigados, sem haver um critério de seleção estabelecido, ou seja, em alguns casos os projetos não possuem relação com as demandas sociais da comunidade a qual os educandos pertencem.

Procedimentos Metodológicos

O fato de que algumas atividades do Clube de Ciências do CIOMF nem sempre contemplarem demandas sociais, motivou a realização de um processo formativo baseado na Investigação Temática, para obter e legitimar Temas Geradores. As atividades foram realizadas entre outubro de 2019 e fevereiro de 2020, totalizando 4 (quatro) encontros, com carga horária total de 40 horas e a participação de 10 professores de diversas áreas do conhecimento (História, Educação Física, Geografia, Língua Inglesa, Artes, Filosofia, Matemática, Física e Biologia), 2 coordenadores pedagógicos, 13 alunos do Ensino Fundamental II e integrantes do Grupo de Estudos sobre Abordagem Temática no Ensino de Ciências (GEATEC)¹. O objetivo do curso foi identificar demandas sociais e estruturar as atividades a serem desenvolvidas no Clube de Ciências e, futuramente, em sala de aula. A investigação teve como foco: a) o processo de obtenção dos Temas Geradores, em especial a Redução Temática; e b) a elaboração de Unidades de Ensino por parte dos professores.

As informações foram obtidas por meio de vídeo-gravações de todos os encontros e também por meio das produções dos professores, nas quais eles registram a construção das Unidades de ensino. Participaram efetivamente de todos os encontros 4 (quatro) professores, que foram identificados seguindo o sistema alfanumérico P1, P2, P3, ..., Pn, para reservar suas identidades. Durante a análise das informações dos professores foram consideradas algumas falas de moradores, denominados de M1, M2, M3, ..., Mn e de estudantes como A1, A2, A3, ..., An. As informações dos professores foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2011), em que utilizou-se como categoria *a priori* "A relação tema-conteúdo na construção da Unidade de Ensino de Ciências/Física".

A obtenção das demandas sociais no Clube de Ciências

O processo formativo realizado na escola foi organizando seguindo alguns aspectos da Investigação Temática, que foram: i) Levantamento Preliminar: alunos e professores organizaram-se em três grupos, cada um representando um bairro da cidade de Itabuna/BA, realizaram conversas informais com moradores dos bairros e pesquisas em fontes secundárias, como blogs, sites e jornais; ii) Círculo de Cultura: os grupos, cada um representante de um bairro, apresentaram as informações obtidas no Levantamento Preliminar e por meio de um Círculo de Cultura (FREIRE, 1987), foram identificadas as demandas de cada bairro, bem como selecionadas falas significativas

¹ O GEATEC tem uma parceria estabelecida com a escola no sentido de auxiliar e colaborar com as atividades do Clube de Ciências, para além de um processo formativo. O GEATEC é composto por pesquisadores, alunos de Iniciação Científica do curso de Licenciatura em Física, mestrados do PPGECM/UESC das áreas de Biologia, Química, Pedagogia, Filosofia, Educação do Campo e professores da rede estadual e municipal de ensino da região de Ilhéus e Itabuna. O grupo tem realizado processos formativos de professores na região da Costa do Cacaú, no Sul da Bahia, com o foco de elaboração de implementação de proposta curriculares com base na Abordagem Temática Freireana.

que expressassem possíveis situações-limite. Nessa etapa também foram legitimadas as situações-limite pelos integrantes dos grupos, que também são moradores dos bairros e foram obtidos 3 (três) Temas Geradores²; iii) Redução Temática: cada grupo elaborou um cartaz que continha informações sobre um dos bairros, organizado em duas partes: a) base: com as falas significativas, que representam situações-limite dos moradores, professores e também alunos, todos residentes no respectivo bairro; b) topo: cada grupo selecionou um conjunto de possíveis ações, conteúdos e conhecimentos científicos necessários para a compreensão das situações-limite (presentes na base), que foi denominado de Contratema. Esses cartazes, divididos em duas partes (base e topo) representam uma Rede Temática, inspirada na proposta de Silva (2004).

No Anexo 1 é apresentada uma dessas Redes Temáticas elaboradas no Clube de Ciências do CIOMF, com base nas informações obtidas da comunidade do bairro Santo Antônio, em que o Tema Gerador é denominado de “A percepção de questões socioambientais dos moradores da comunidade do Santo Antônio”. Um olhar especial para a o topo da Rede Temática (Anexo 1) pode ser dado para os diversos conteúdos e conceitos de Física, grifados na cor azul, que são importantes para a compreensão de algumas situações-limite relacionadas ao problema dos buracos, do asfalto e do som. Após a elaboração da Rede Temática, os professores construíram as Unidades de Ensino. Para isso, eles escolheram uma fala significativa presente na base da Rede Temática e selecionaram possíveis conteúdos, conceitos e ações para serem trabalhados no contexto do Clube de Ciências e, também, com a possibilidade de inserir em alguns momentos em sala de aula.

A relação tema-conteúdo na Unidade de Ensino de Ciências/Física

Conforme mencionado, para construir as Unidades de Ensino os professores tiveram que selecionar uma fala significativa da base da Rede Temática (Anexo 1) e, a partir dela, selecionar conteúdos, conceitos e ações. O professor P1, por exemplo, selecionou a fala do morador M1 “*Esses problemas (falta de saneamento, buraco, violência, som etc.) têm que ser solucionados, mas a gente não pode fazer nada*” justificando:

Você percebe que essa pessoa (morador M1) não têm algumas visões do seu papel na sociedade do ser social, [...] não é só conformismo, é uma falta de conhecimento com relação ao ser na sociedade, então ele precisa ter noções de direitos civis, político sociais, [...] eu entendo assim você só começa a fazer com que ele pense, se você falar com ele, [...] trocar esse conhecimento, [...] ai eu coloquei noções de direitos civis, políticos, depois falaria de cidadania, você poderia puxar um pouquinho da história, [...] de responsabilidade social, noções de poderes né, dos poderes públicos, o que é que eles fazem e como a sociedade pode se organizar para cobrar desse poder público. (P1 – Grifo nosso)

Na visão de P1, para que o sujeito possa compreender e exercer os seus direitos, ele precisa ter conhecimentos diversos do ser na sociedade e, para isso, ele destaca a importância de falar com o sujeito e “trocar” o conhecimento necessário para a compreensão do problema. É importante falar com o sujeito, mas antes disso ele precisa ser escutado, uma vez que “[...] é escutando que aprendemos a falar com eles. Somente quem escuta paciente e criticamente o outro, fala com ele, mesmo que, em certas condições, precisa falar a ele” (FREIRE, 2011, p.111). Freire (2011) chama atenção para a importância da escuta, do ouvir sensível o outro como fundamental no processo de ensino e aprendizagem, pois somente assim é possível estabelecer uma relação horizontal entre os sujeitos.

Ao analisar a Rede Temática, P1 constata a necessidade do conhecimento de

² Para cada bairro obteve-se um Tema Gerador, sendo eles: “A percepção de questões socioambientais dos moradores da comunidade do Santo Antônio”, “As contradições sociais do bairro Lomanto: problemas estruturais do bairro” e “Falta de serviços públicos no bairro Pontalzinho”.

várias áreas do saber para trabalhar o tema e explica:

Esse daqui (aponta para o planejamento da unidade da Figura 1) foi sobre o buraco, como eu iria fazer esse link sobre o conhecimento científico o que é que eles (os alunos) tinham que aprender para chegar em um projeto para solucionar a questão dos buracos do bairro dele? Só a partir do link com essas outras disciplinas, por meio de uma aula multidisciplinar que ele conseguiria isso. (P1 – Grifo nosso)

P1, ao fazer referência às diversas áreas do conhecimento para compreender a questão do *buraco*, apresenta uma compreensão mais ampla sobre esse problema. Os temas selecionados, na perspectiva da Investigação Temática, apresentam características complexas e sua compreensão exige um conhecimento interdisciplinar (AULER, 2003). Centa e Muenchen (2018) explicam que a interdisciplinaridade é um fato essencial para a construção de um currículo preocupado com a superação dos problemas e demandas sociais locais. Essa compreensão interdisciplinar de P1 é exemplificada na produção da sua Unidade de Ensino sobre “Urbanização”, como mostra a Figura 1.

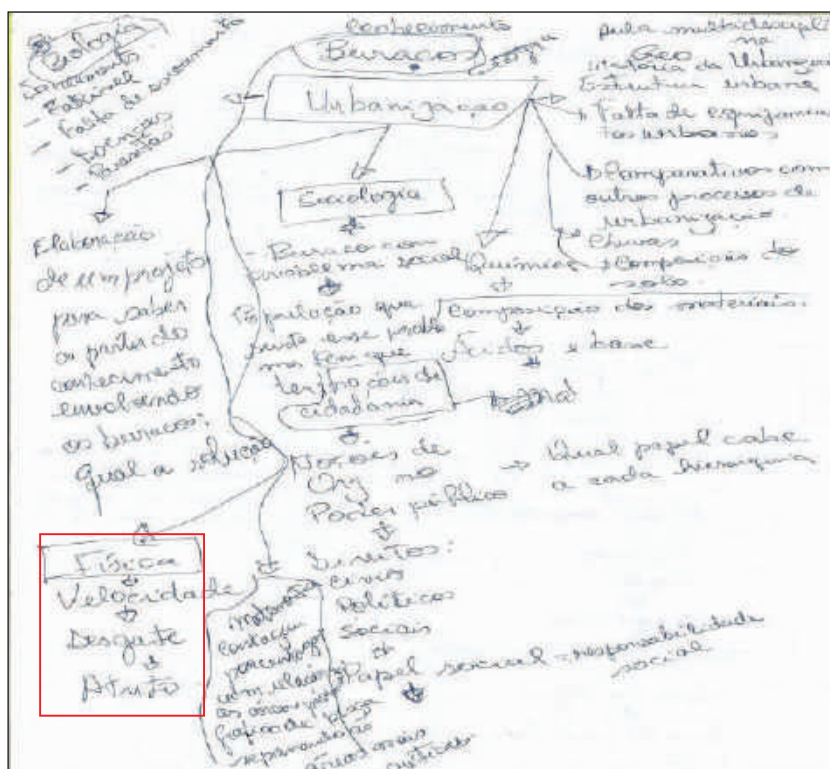


Figura 1: Unidade de Ensino sobre Urbanização.

Observa-se na Figura 1 conceitos e conteúdos das áreas de Sociologia, Biologia, Matemática, Geografia, Química e Física, o que está em sintonia com a Redução Temática – quarta etapa da Investigação Temática - em que conteúdos e conceitos são selecionados para a compreensão do Tema (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

O professor P2, da área de Filosofia, também apresenta uma compreensão próxima ao professor P1, quanto à relação tema-conteúdo, como é possível observar em sua fala:

Eu peguei aquela fala a respeito daquela questão do bairro e a associação de moradores, depois ele fala do vereador e fala assim “ficar cobrando é chato tem muitas coisas pra fazer”. [...] a gente precisa entender como é que a coisa funciona, primeiro qual é a relação entre sociedade e responsabilidade pessoal, responsabilidade social, depois, como cidadão qual o seu grau de cobrança e qual e quais são as responsabilidades que você realmente tem que assumir e posturas você tem que ter, por outro lado como é que funciona o sistema político [...] Ai eu entrei no campo da sociologia, a relação entre direitos e deveres que era no caso uma questão constitucional, pensei na questão dos poderes públicos, como se organizam,

legislativo, executivo e judiciário (P2 - Grifo nosso).

P2 sugere a seleção de conteúdos e conceitos que possam propiciar a melhor compreensão e o papel de cada sujeito na sociedade e vai além, trazendo elementos que se aproximam do empoderamento social. Sendo esse um dos aspectos que Freire e Shor (1986) chamam atenção, apesar de não ser suficiente, o empoderamento é essencial para a transformação social.

Por outro lado, o professor P3 escolhe a fala de A3 da base da Rede Temática e explica que:

A pergunta foi sobre terreno baldio (referindo-se à fala de A3), o que faremos com o terreno baldio? Vamos criar o centro de cultura, você vai ter lá um centro profissionalizante, pode servir para agricultura, flauta, porque eu posso usar o espaço interno e o espaço externo, podemos usar a arquitetura para criar um ambiente e apresentar alguma coisa e esporte. [...] eu vou trabalhar isso aqui e meus conteúdos serão blocos retangulares, área e perímetro e habilidades do ensino fundamental sexto ano matemática, tá lá a escrita se quiser confirmar, características dos triângulos e quadriláteros e classifica-los em relação aos lados e bases (P3 – Grifo nosso).

Constata-se que P3 partiu de uma fala para propor um projeto que atenda algumas necessidades que ele próprio identifica na sociedade, ao invés de destacar as demandas que a comunidade aponta e as possíveis soluções. Além disso, P3 apresenta alguns conteúdos de matemática a serem trabalhados no Ensino Fundamental, como os que envolvem a geometria plana, mas ele não explicita qualquer relação destes com a fala selecionada. Esses conceitos são utilizados por P3 para justificar a criação do centro de cultura, mas não fica explícito a relação desse centro com o problema dos terrenos baldios e nem tão pouco com os conteúdos de matemática. Isso sinaliza para uma compreensão de P3 mais próxima de uma Abordagem Conceitual (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), em que os temas são subordinados aos conteúdos e conceitos científicos, diferenciando-se do papel destes para a compreensão de demandas sociais. É importante lembrar que esse professor também tem formação em Física, mas não conseguiu fazer as relações necessárias com essa área de conhecimento, diferentemente do professor P1 que explicitou os conceitos como velocidade e atrito a serem trabalhados na Unidade de Ensino sobre Urbanização.

Algumas considerações

A pesquisa indica que no processo da Redução Temática, os professores apresentam uma compreensão acerca da escolha do tema-conteúdo na elaboração da Unidade de Ensino de Ciências/Física, que está relacionado às necessidades de diversas áreas do conhecimento para o entendimento do Tema, a exemplo da professora P1 de Geografia que destaca até conteúdos e conceitos de Física. Contudo, há professores que apresentam uma visão mais próxima da Abordagem Conceitual (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), quanto ao processo de seleção de conteúdos e conhecimentos, uma vez que não explicitaram uma relação entre a fala significativa selecionada e os conhecimentos de sua área do saber.

Outro aspecto a destacar é a presença de conteúdos e conceitos de Física no topo da Rede Temática (Anexo 1), como som, ondas, acústica, força, decibéis, que foram sugeridos pelos próprios professores, mas que no momento da construção das Unidades de Ensino se quer foram mencionados. Os professores poderiam ter selecionado a fala significativa “[...] eu já consigo dormir com som porque eu já me acostumei ouvindo som (A1)” para trabalhar esses conceitos presentes no topo da Rede.

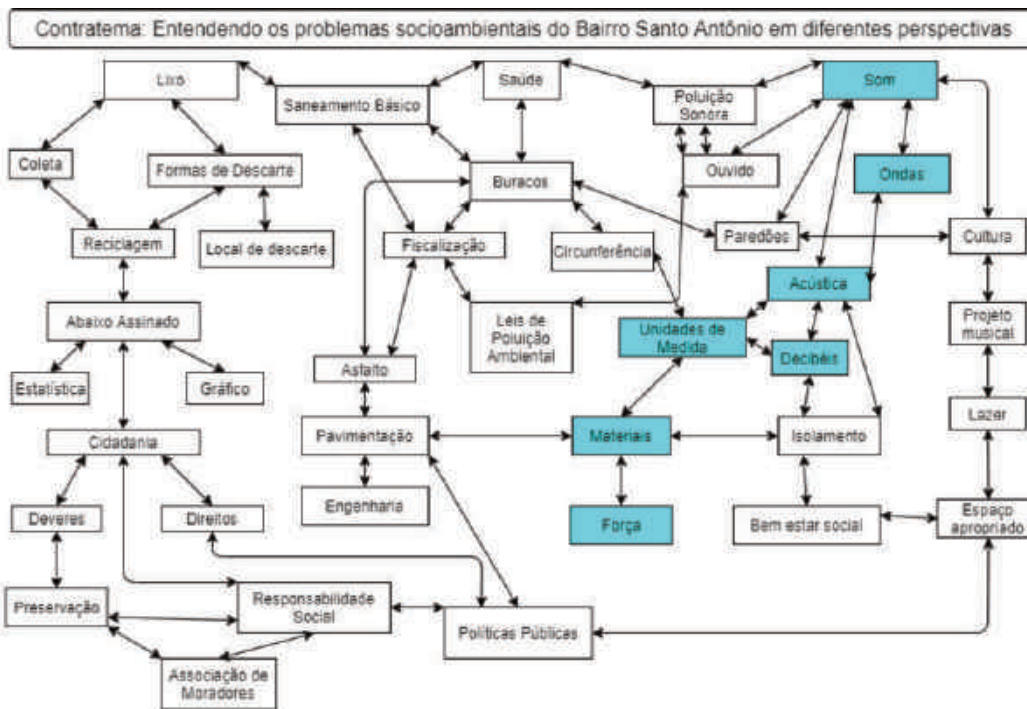
Isso significa que durante os processos formativos há necessidade de reorganização de alguns aspectos, para que de fato os professores compreendam o

real objetivo do Tema Gerador, bem como do papel dos conteúdos e conhecimentos de suas áreas de conhecimento. Para Halmenschlager, Hunsch e Delizoicov (2013), o processo de formação permanente de professores da educação básica, no qual é baseado na transmissão de informações, se diferencia do processo de formação permanente na implementação de propostas com base em temas no qual é necessário estabelecer relações entre ensinar e a realidade vivida dos discentes na solução de possíveis problemas a partir da reformulação do currículo vigente. O que também é de fundamental importância para o contexto dos Clubes de Ciências, uma vez que são os professores que organizam as atividades destes.

Referências

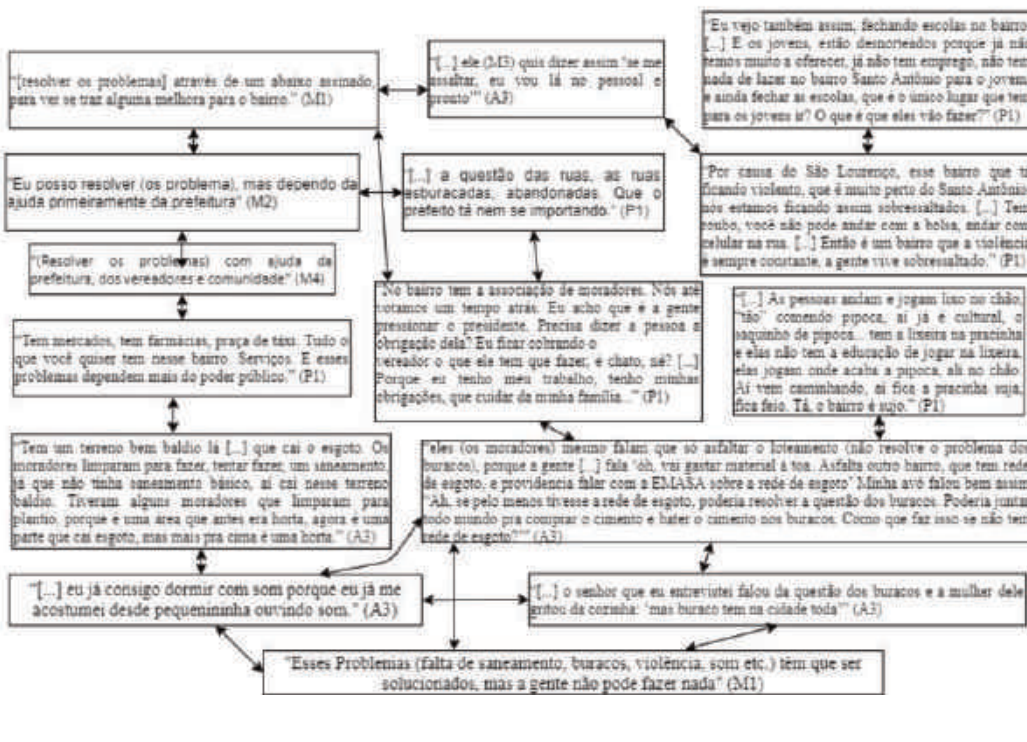
- CENTA, F. G.; MUENCHEN, C. O trabalho coletivo e interdisciplinar em uma reorientação curricular na perspectiva da Abordagem Temática Freireana. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 68-93, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários para a prática educativa**. 58. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.
- FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor**. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra. 1986.
- HALMENSCHLAGER, K. R.; HUNSCH, S.; DELIZOICOV, D. Formação docente abordagem de temas: limites, potencialidades e desafios. In: **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Paulo-SP, 2013.
- MATOS, T.A.S.S.; SANTANA, I.C. Gestão e ação no Clube de Ciências 'A Origem': um relato de experiência sobre a gênese e o desenvolvimento do Clube de Ciências do CIOMF. In: **II Conferência da Educação Científica Sul da Bahia**, Ilhéus/BA, 2018.
- MILLI, J. C. L.; SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. A análise textual discursiva na investigação do tema gerador: por onde e como começar? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, 2018.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2a ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2018.
- PRÁ, G.; TOMIO, D. Clube de Ciências: condições de produção da pesquisa em educação científica no Brasil. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.7, n.1, p.179-207, 2014.
- NERES, C. A.; GEHLEN, S. T. Investigação Temática na Formação de Professores: Indicativos da Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n. 2, 2018.
- SANTOS, J.; CATÃO, R. K.; SERBENA, A. L.; JOUCOSKI, E.; REIS, R. A.; SERRATO, R. V. Estruturação e consolidação de Clubes de Ciências em escolas públicas do Litoral do Paraná. In: **II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2010.
- SILVA, A. F. G. **A construção do currículo na perspectiva popular crítica: das falas significativas às práticas contextualizadas**. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

ANEXO 1 - Rede Temática construída no processo formativo do CIOMF.



Visão dos Educadores

Tema Gerador: A percepção de problemas socioambientais dos moradores da comunidade



Visão da Comunidade

A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NOS LIVROS DIDÁTICOS: UM OLHAR INICIAL PARA A FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS AUTORES

MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS IN TEXTBOOKS: AN INITIAL LOOK AT THE ACADEMIC TRAINING OF AUTHORS

Leonardo Aleixo Rodrigues¹, Thaís Balada Castilho², Nilva Lúcia Lombardi Sales³

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro, leoalerodrigues@hotmail.com

²Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais, taisballada@hotmail.com

³Universidade Federal do Triângulo Mineiro, nilvasales@gmail.com

Resumo

Apesar de discussões sobre a inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no contexto escolar ocorrerem há pelo menos 30 anos, estes temas ainda não estão presentes nas aulas do Ensino Médio. Nesse cenário, o Livro Didático (LD) exerce um importante papel, pois é um dos principais objetos de aprendizagem utilizados pelo professor para planejar e ministrar suas aulas. No Brasil, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é responsável por sua avaliação e distribuição. Com o intuito de contribuir para as discussões sobre ensino de FMC, realizamos uma pesquisa qualitativa em todos os LD de Física aprovados pelo PNLD 2018 e investigando a formação acadêmica dos autores dos LD bem como a maneira com que os temas de FMC estão inseridos nestes livros. Percebemos algumas pequenas mudanças no quadro de autores entre as duas últimas edições do PNLD, mas com algumas alterações com relação a maior presença de licenciados em física e mestres ou doutores em Ensino de ciências ou Educação. Contudo, essa que seria uma formação adequada para os autores dos LD ainda era minoria entre os autores. Algumas relações entre essa formação e a inserção da FMC nos LD forma percebidas na predominância de temas modernos em relação aos contemporâneos da física, assim como na forte presença de uma abordagem histórica pouco adequada ao ensino desses temas.

Palavras-chave: Livro didático, física moderna e contemporânea, formação acadêmica, ensino de física.

Abstract

Although discussions about the insertion of Modern and Contemporary Physics (FMC) in the school context have occurred for at least 30 years, these themes are not present in high school classrooms. In this context the textbook plays an important role, as it is one of the main learning objects used by the teacher to plan and teach his classes. In Brazil, the National Textbook Program (PNLD) is responsible for its evaluation and distribution. In order to contribute to the discussions on teaching FMC, we conducted a qualitative research in all textbook of Physics approved by the PNLD 2018 and investigating the academic education of the authors of textbook as well as the way in which FMC themes are inserted in these books. We

noticed some small changes in the authors' framework between the two last editions of the PNLD, but with some changes in relation to the greater presence of graduates in physics and masters or PhDs in Science Teaching or Education. However, this, which would be an adequate academic training for the textbooks authors, was still a minority among the authors. Some relations between this academic training and the insertion of FMC in the textbook are perceived in the predominance of modern themes in relation to the contemporaries of physics, as well as in the predominance of a historical approach that is not adequate to the teaching of these themes.

Keywords: Textbook, Modern and Contemporary Physics, Academic training, Physics Education.

Introdução

As teorias modernas e contemporâneas de Física transformaram a compreensão clássica sobre importantes aspectos que já eram bem estabelecidos, tais como a representação conceitual de massa, energia, espaço e tempo. Historicamente, a evolução da Física é dividida por Física Clássica, com teorias que antecedem o século XX, Física Moderna (FM) teorias no início do XX, como a teoria da relatividade por exemplo, e Física Contemporânea (FC), que tem sua origem por volta 1945 (final da Segunda Guerra Mundial), com o estudo de partículas subatômicas (DOMINGUINI, 2012). De forma geral, a FC, como o nome diz, envolve as teorias da física que ainda estão em desenvolvimento, tais como a nanociência, as partículas elementares, entre outras.

Apesar de sua notável importância, segundo Luz e Higa (2013) ainda há uma grande discussão a respeito inserção de temas de FM no Ensino Médio (EM). O ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) é uma das propostas de mudança para o ensino de física no contexto chamado novo EM (MENEZES, 2000; KAWAMURA e HOSOUME, 2003) vinda da reformulação iniciada em meados dos anos 1990 (SALES, 2014). Ainda assim, a literatura mostra a existência de muitas dificuldades a serem superadas para que a FMC seja implementada de forma efetiva no cotidiano escolar. (LUZ e HIGA, 2013; SALES, 2014)

Santos e Curi (2012), colocam que a maioria dos professores de Física do Brasil não são licenciados em física, e ainda que alguns deles não possuem nenhuma formação pedagógica necessária para atuarem como docentes. Esse cenário indica uma possível dificuldade para discussões de temas mais complexos e densos de Física, fazendo com o Livro Didático (LD) tenha um papel muito importante no auxílio e na construção das aulas destes professores. Pois ele não somente pauta a estruturação da disciplina de Física bem como é a fonte dos enunciados sobre ciência, influenciando, portanto, de forma substancial, a construção das visões epistemológicas dos alunos de Ensino Médio.

Nesse contexto, é de suma importância que os conteúdos presentes nos LD sejam coerentes e adequados para permitir aos professores uma discussão reflexiva sobre assuntos próximos ao cotidiano dos alunos. Essa realidade faz com que exista uma preocupação na formulação desse material, tendo em vista sua importância (CASTILHO, 2014). Por conta disso, esse trabalho propõe um olhar para a formação acadêmica dos autores dos LD aprovados nas edições de 2015 e 2018 do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Afinal consideramos que esse pode ser um dos fatores importantes para as discussões sobre a forma como os LD abordam a FMC.

Apresentamos aqui um recorte de uma monografia sobre o panorama atual da FMC nos livros didáticos aprovados pelo PNLD de 2018 pela avaliação destes em comparação com análises semelhantes presentes na literatura. Os principais trabalhos utilizados nessa comparação foram Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017), que analisam como a Física Quântica é abordada nos LD aprovados no PNLD de 2015 e olharam para a formação dos autores e Castilho (2014) que descreve os conceitos e as abordagens de FMC presentes nestes mesmos livros.

Método de Pesquisa

Esse trabalho apresenta uma pesquisa de natureza qualitativa apoiada nas ideias de Bogdan e Biklen (1982) e retomadas por Lüdke e André (1986) que destacam como características desse tipo de pesquisa a predominância de dados descritivos e tem no pesquisador um importante instrumento para a construção dos dados. Como envolve a análise de Livros Didáticos, trata-se de uma pesquisa qualitativa documental. Segundo Lüdke e André (1986, p. 38), a análise documental tem potencial de revelar novos aspectos e interpretações sobre um tema em estudo e permite ampla análise e comparação temporal. Nossa análise será realizada a partir do panorama construído pelos documentos e baseada no comparativo com outros trabalhos semelhantes presentes na literatura.

Para realização desta pesquisa, utilizamos todas as 12 coleções aprovadas no PNLD 2018, sendo que cada uma contém três livros. O Quadro 1 indica as coleções analisadas. Utilizaremos o código da primeira coluna para identifica-las ao longo deste trabalho.

Quadro 1 – Descrição dos Livros Didáticos aprovados pelo PNLD 2018 analisados

Código	Autores	Coleção	Editora
C1	Carron, Guimarães e Piqueira (2016)	Física	Ática
C2	Alberto Gaspar (2016)	Compreendendo a Física	Ática
C3	Máximo, Alvarenga e Guimarães (2017)	Física: Contexto & Aplicações	Scipione
C4	Válio, Fukui, Nani, Ferdinian, Molina, Oliveira e Venê (2016)	Ser Protagonista – Física	SM
C5	Kazuhito e Fuke (2016)	Física para o ensino médio	Saraiva Educação
C6	Gualter, Helou e Newton (2016)	Física	Saraiva Educação
C7	Filho e Toscano (2016)	Física: Interação e tecnologia	Editores LEYA
C8	Barreto e Xavier (2016)	Física Aula por aula	Editores LEYA
C9	Bonjorno, Casemiro, Clinton e Prado (2016)	Física	FTD
C10	Pogibin, Pietrocola, Andrade e Romero (2016)	Física em Contextos	Editores do Brasil
C11	Torres, Ferraro, Soares e Penteado (2016)	Física – Ciência e Tecnologia	Moderna
C12	Sant'anna, Martini, Reis e Spinelli (2016)	Conexões com a Física	Moderna

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Resultados e Discussão

Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017) analisaram a formação acadêmica dos autores das coleções aprovadas no PNLD 2015. Para construção dos dados, os pesquisadores levaram em conta as informações contidas nos livros didáticos como também aqueles presentes na plataforma Lattes desses autores. Fizemos um levantamento seguindo os mesmos parâmetros para o PNLD 2018. Destacamos que mesmo tendo coincidência de várias coleções dos LD nas duas edições da avaliação, existem diferenças entre os autores. Destacamos a ausência de duas coleções na edição atual e a diminuição no grupo de autores que agora é 41, enquanto antes eram 47. Além disso, oito autores foram substituídos, alterando a autoria de duas coleções que apareceram nas duas edições da avaliação.

Construímos a Tabela 1 que apresenta um comparativo da formação acadêmica dos autores do PNLD 2015 e 2018. Uma informação importante a destacar é que diversos autores possuem mais de uma graduação, o que justifica termos uma porcentagem maior que 100 para essa informação.

Tabela 1 – Informações comparativas sobre a Formação Acadêmica dos autores dos Livros Didáticos de física aprovados no PNLD edições de 2015 e 2018.

	Graduação /2015	Graduação /2018	Mestrado/ 2015	Mestrado/ 2018	Doutorado /2015	Doutorado /2018
Física-Lic.	64%	63.4%	-	-	-	-
Física-Bel.	28%	26.8%	-	-	-	-
Engenharia	19%	19,5%	6%	2.4%	4%	4.9%
Pedagogia	9%	9,7%	0%	0%	0%	0%
Matemática-Lic.	6%	7,3%	-	-	-	-
Matemática-Bel.	6%	2,4%	-	-	-	-
Outros	6%	9.7%	4%	4.9%	0%	2.4%
Física	-	-	15%	4.9%	4%	2.4%
Ensino/ Educação	-	-	21%	24,3%	4%	7,3%
Epistemologia	-	-	4%	0%	2%	2.4%
Não possui	0%	0%	50%	60.9%	86%	80.5%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Nota: os dados da edição de 2015 do PNLD foram extraídos de LIMA, W. N.; OSTERMANN, F e CAVALCANTI, C. J. H., 2017, p. 446

Ao olharmos para a coluna que indica a formação em nível de graduação dos autores do PNLD 2015 na Tabela 1, podemos perceber que boa parte deles não possui Licenciatura em Física (36%). Uma parte considerável desses autores é Bacharel em Física (28%). Podemos destacar também, a presença de autores (19%) que são engenheiros. Ao comparar essa informação para a edição do PNLD 2018 podemos notar que, ainda que tenha havido alterações nos autores de coleções, o percentual de Licenciados em Física permanece próximo. Também notamos uma redução na categoria “Bacharel em Matemática” e um notável percentual da “Outros”

(9.7%), que inclui graduações como em Medicina e Letras o que nos causou estranheza.

Olhando agora para a pós-graduação, percebemos que metade dos autores não possui mestrado no PNLD 2015 e na edição de 2018 esse percentual ultrapassa 60%. Notamos também uma redução nos mestrados em Física (de 15% para 4,9%) e um pequeno aumento quanto aos mestrados em Ensino/Educação (de 21% para 24,3%). Quanto a autores com doutorado, notamos uma pequena redução no percentual de autores sem esse título (de 86% para 80.5%). Porém, relembramos que se têm seis autores a menos no PNLD mais recente, que pode indicar não um aumento significativo na quantidade de doutores, mas um o aumento no percentual pela redução na quantidade de autores.

Ainda que Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017) não façam uma discussão geral sobre a relação entre a formação acadêmica dos autores e os livros, há algumas reflexões pontuais que nos chamaram atenção. Por exemplo, afirmam que:

[...] identificamos que os tópicos mais presentes nos livros didáticos do PNLDEM 2015 são os mesmos presentes em livros didáticos usados no Ensino Superior. Considerando que a maioria dos autores não tem uma formação em Física Moderna e Contemporânea além da graduação, supõe-se que esses se inspiraram em sua própria formação para a escrita dos livros didáticos, cometendo inclusive os mesmos erros de historicidade dos livros usados no Ensino Superior. (LIMA, OSTERMANN, CAVALCANTI, 2017, p. 454).

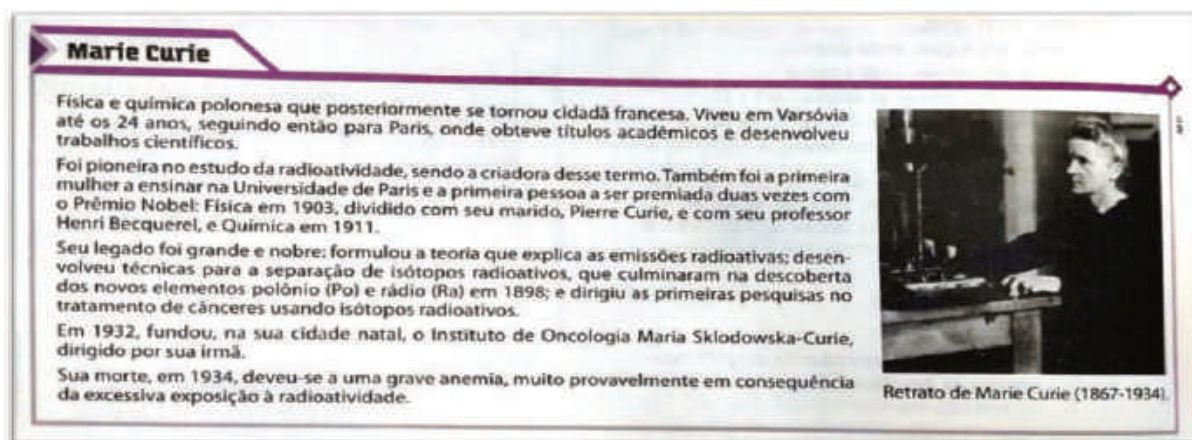
Nesse momento, os pesquisadores se referem a grande parcela de autores dos LD sem pós-graduação que pode ser um dos motivos para a maior quantidade de temas de Física Moderna em relação à Física Contemporânea. Pois seguem os temas que estiveram presentes durante sua graduação, que poderiam ser mais fáceis de discutir se comparados com temas de FC, que provavelmente exigiriam uma maior reflexão desses autores sobre o que e como abordá-los. Corroborando com essa reflexão, notamos essa predominância de temas de FM em relação à FC em nossa análise do PNLD atual. E também, mesmo quando a coleção conta com temas de FC, os mesmos aparecem, em sua maioria, de forma superficial. Alguns autores demonstraram até mesmo ter dificuldades ou não reconhecerem a diferença entre a FM e a FC, seja pensando na marcação histórica ou conceitual, por exemplo.

Outro elemento que podemos trazer das nossas análises para essa discussão diz respeito à forma como a FMC era apresentada nos LD. Em nossa pesquisa percebemos, assim como Castilho (2014), que a História da Ciência é a abordagem mais presente ao tratar os temas da FMC. Assim, destacamos aqui como algumas coleções aprovadas no PNLD 2018 fazem tal tratamento. Em C3 (p. 255) encontramos: “Posteriormente, em 1929, o astrônomo Edwin Hubble (1889-1953) descobriu, ao analisar a luz de galáxias distantes, que o Universo está em expansão.”. Em C6 (p. 248): “O físico austríaco Josef Stefan (1835-1893) obteve, em 1879, empiricamente, a seguinte expressão, que outro físico austríaco, Ludwig Boltzmann (1844-1906), demonstrou matematicamente em 1884 [...]”. Já em C11 (p. 220):

Quase que simultaneamente (no mesmo ano), porém de maneira independente, o físico inglês George Paget Thomson (1892-1975), filho de J.J. Thomson – o descobridor do elétron -, também obteve padrões de difração de elétrons em lâminas de celuloide, semelhantes ao que se vê na figura. Por essa descoberta, G. P. Thomson dividiu com C. J. Davisson o Prêmio Nobel de Física em 1937.

Evidenciamos também o uso de textos complementares com biografias ou para informar sobre algum acontecimento histórico, como em C11.

Figura 1 – Texto complementar de Livro Didático sobre Marie Curie



Fonte: Volume 3 da coleção Física - Ciência e Tecnologia (PENTEADO E COLABORADORES, 2016, p. 236).

Essa maneira de abordar os temas de Física acaba por contribuir para os estereótipos de uma ciência linear e construída por gênios, o que vai de encontro com a proposta da História da Ciência. Os autores Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017), também demonstram, ao citar Martins (2007); Hotteck, Silva (2011), Vidal; Porto (2012), sua preocupação com a forma em que a história da ciência tem sido abordada nos Livros de Física: “A abordagem simplista sobre a História da Ciência em livros didáticos não é algo novo e configura-se como um obstáculo à inserção de História e Filosofia da Ciência no Ensino já retratado em diferentes pesquisas” (LIMA, OSTERMANN E CAVALCANTI, 2017, p. 449). Em outro trecho, os autores destacam ainda que:

Essa fragmentação da história, nos livros didáticos, indica uma assimetria epistemológica na abordagem do tema: os autores apresentam os tópicos da Física Quântica (dentro do enunciado) sob um viés histórico (com um modelo de evolução linear), mas não colocam a própria Física Quântica num debate histórico mais amplo. Ainda que assimétricas, ambas abordagens veiculam um viés positivista, pois simplificam ao extremo as complexas relações dialógicas de construção da ciência. (*Ibidem*, p. 449)

Destacamos a coleção C10, pela forma como utiliza a História da Ciência para construir conceitos de Física. Diferente de grande parte das coleções analisadas, nessa encontramos uma contextualização dos movimentos científicos da época, se aproximando um pouco mais do que a literatura propõe como a forma adequada de incorporar a História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física. Notamos trechos como:

O éter luminoso e as experiências baseadas no movimento da Terra em relação a ele levaram a uma profunda mudança nas formas de conceber a Física, o que culminou na teoria da relatividade. Graças a ela, determinou-se que grandezas comuns, como o espaço, o tempo e a massa, modificam-se quando aceleradas a altas velocidades. O estudo da luz, ou melhor, das ondas eletromagnéticas em geral, ofereceu outra oportunidade para a Ciência rever seus pressupostos básicos [...]. (C10, p. 200)

Essa coleção também é destacada por Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017), como apontam ao discutirem sobre os enunciados dos temas de Física Quântica no PNLD 2015:

O único enunciado que não veicula uma visão positivista em sua estrutura composicional e tema é o contido no livro Física Conceitos e Contextos (OLIVEIRA et. al, 2013), cujo primeiro autor tem doutorado em epistemologia e história da ciência. Tal fato sugere que a falta de formação em epistemologia implica uma possível falta de crítica com relação à veiculação de visões ultrapassadas de ciência. (*Ibidem*, p. 453)

Acreditamos que a formação em nível de pós-graduação em Ensino de Física/Educação da maior parte dos autores seja uma das razões que justifica essa forma de utilizar a HFC. O que acaba contribuindo para a quebra dos estereótipos de gênios e suas descobertas, apontado por Castilho (2014), Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017) e também encontrada em nossa análise.

Considerações Finais

Neste trabalho, que é um recorte de uma monografia que analisou a inserção da FMC em LD avaliados pelo PNLD, investigou a relação entre a formação dos autores destes livros com a abordagem desses temas. Destacamos que essa não foi uma análise pontual da edição mais atual do PNLD, mas sim um comparativo desta com outras análises semelhantes já presentes na literatura. Com isso é possível observar eventuais mudanças e/ou acomodações existentes nos livros didáticos com relação aos tópicos de FMC.

Um primeiro elemento que percebemos que ocorreu em análises realizadas nas duas últimas edições do PNLD é a preferência por temas da chamada Física Moderna em relação à Física Contemporânea. Ainda que sejam necessárias outras investigações para entender melhor essa escolha, consideramos que a presença de autores sem licenciatura em física e/ou pós-graduação em Ensino/Educação pode ser um ponto a ser considerado, pois essas seriam formações que poderiam favorecer uma discussão sobre o ensino de temas contemporâneos de física.

Outra característica que achamos que esse perfil de formação dos autores pode influenciar é a utilização inadequada da História e Filosofia da Ciência. Tanto a nossa análise, como as anteriores que utilizamos, indicavam que essa abordagem que contribuía para o estereótipo de descobertas realizadas por “gênios”, se mostrou presente na maioria das coleções, exceto uma com autores licenciados em física e mestres ou doutores em Ensino/Educação.

Por fim, entendemos que a formação dos autores dos Livros Didáticos deve ser um elemento a ser considerado ao discutir sobre a inserção de temas de FMC nesses livros. Obviamente, não consideramos que seja o único ou o principal elemento dessa discussão, mas que não deveria ser desconsiderada, ampliando assim essa discussão sobre as dificuldades dessa atualização das aulas de física.

Referências¹

- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Qualitative Research for Education. An introduction to theory and methods**, Boston: Allyn and Bacon, 1982.
- CASTILHO, T. B. **Construindo um material de apoio para professores sobre Física Moderna e Contemporânea: comparando o PNLD 2012 e 2015**. 2014. 58p Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, 2014.
- DOMINGUINI, Lucas. **Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2012, vol.34, n.2, pp.1-7. ISSN 1806-1117. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172012000200013>. Acesso em 20 de janeiro de 2020.
- HOTTECKE. D.; SILVA. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 3-4, p. 293- 316, 2011.
- KAWAMURA, M. R. e HOSOUME, Y. A contribuição Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v.4, n.2, p. 22-27, 2003.
- LIMA, L. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLD 2015 +**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 435-459, 2017.
- LUZ, W.M.; HIGA, I. Reflexões sobre propostas de ensino de física moderna e contemporânea para o ensino médio. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013, São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M, E, D, A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo. EPU, 1986.
- MARTINS, A. F. História da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.
- MEGID NETO, J.; FRANCALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**. v.9. n.2, p. 147-157, 2003.
- MEGID NETO, J.; LOPES B.B.G. Livros didáticos de Física e as Inovações da Pesquisa em Educação em Ciências. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória, ES: Sociedade Brasileira de Física
- MENEZES, L.C. Uma física para um novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola**. V.1, n.1, 2000.
- SALES, N. L. L. **Problematizando o ensino de física moderna e contemporânea na formação continuada de professores: análise das contribuições dos Três**

¹ Optamos por sintetizar biográficas dos LD analisados no quadro 1 e assim deixamos como referências desse trabalho apenas os textos que serviram de subsídio para sua discussão.

Momentos Pedagógicos para construção da autonomia docente. 2014. 217p (Doutorado) Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SANTOS, C. A. B. D.; CURI, E. A formação dos professores que ensinam física no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 18, p. 837-849, 2012.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

AS RADIAÇÕES NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL (2020-2023)

RADIATION IN SCIENCE DIDACTIC BOOKS OF THE FINAL YEARS OF ELEMENTARY SCHOOL (2020-2023)

Taynara Nassar da Silva¹, Cristina Leite²

¹Universidade de São Paulo/Instituto de Física/taynara.silva@usp.br

²Universidade de São Paulo/Instituto de Física/crismilk@if.usp.br

Resumo

Apesar da presença constante das radiações em nosso cotidiano, o tema é pouco discutido pela população em geral e, mesmo no contexto da educação básica, é comum que os alunos saiam da escola com pouco conhecimento sobre o assunto. A partir de 2020, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) preconiza a abordagem do tema nos livros didáticos do Ensino Fundamental II. Neste contexto, esta pesquisa apresenta uma análise do conteúdo de radiações nos livros didáticos de ciências destinados ao 9º ano distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2020. O foco da análise é o papel dado nas propostas didáticas aos possíveis riscos que a exposição às radiações apresenta para os seres humanos. Com os resultados obtidos, é possível afirmar que os livros analisados apresentam informações importantes sobre os possíveis danos que as radiações podem causar aos seres humanos e que existe uma preocupação em destacar essas informações e em apresentar explicações sobre a interação das radiações com o corpo humano. Além disso, os exemplos priorizam as radiações e os danos com os quais os alunos estão familiarizados, como as radiações ultravioleta provenientes da luz solar e a formação de cânceres e tumores como possíveis consequências. A presença deste tema no documento norteador da educação básica é fundamental para fazer com que o assunto seja, de fato, abordado em sala de aula.

Palavras-chave: Radiações; Livro didático; Física no Ensino Fundamental; Ensino de ciências.

Abstract

Despite the constant presence of radiations in our daily lives, the topic is rarely discussed by the general population and, even in the context of basic education, it's common for students to leave school with little knowledge about the subject. As of 2020, the National Common Curricular Base (BNCC) recommends addressing the theme in didactic books of elementary education. In this way, this research presents an analysis of the radiation content in science didactic books for the 9th grade distributed by the National Didactic Books Program (PNLD) of 2020. The focus of the analysis is the role given in the didactic proposals to the possible risks that exposure to radiation presents to human health. With the results obtained, it's possible to affirm that the analyzed books present important information about the possible damages that radiation can cause to human and there's a concern to contrast that information

and to present explanations about the interaction of radiation with the human body. Moreover, the examples prioritize radiations and damages that students are familiar, such as ultraviolet radiation from sunlight and the formation of cancers and tumors as possible consequences. The presence of this theme in the official document of Brazilian basic education is fundamental to make the subject, in fact, addressed in the science classes.

Keywords: Radiation, Didactic book; Physics on elementary school; Science teaching.

Introdução

Apesar da presença constante das radiações em nosso cotidiano, o tema é pouco discutido pela população em geral, sendo associado a desastres, acidentes radiológicos, dor e contaminação por uns ou a tecnologia, desenvolvimento industrial e aplicações médicas por outros. No entanto, poucos compreendem as implicações e os impactos positivos e negativos envolvidos na manipulação de radiações.

Com o desenvolvimento tecnológico e ampliação da utilização de radiações em indústrias, na pesquisa científica e em diagnósticos e tratamentos médicos, as discussões sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade deveriam abranger também o papel delas no mundo atual (PRESTES; CAPPELLETTO; SANTOS, 2008). Além das radiações artificiais, utilizadas nos casos citados anteriormente, também é importante discutir sobre a incidência natural de radiações, como é o caso da radiação ultravioleta proveniente do Sol, com a qual temos contato diário e também é a principal causa do câncer de pele não melanoma, o tipo mais frequente no Brasil (INCA, 2019).

Mesmo sendo um dos temas sugeridos para estudo na educação básica, é comum que os alunos saiam da escola com pouco conhecimento sobre o assunto (PRESTES; CAPPELLETTO; SANTOS, 2008). Neste contexto surgem as perguntas de pesquisa e o cenário de desenvolvimento deste estudo. O objetivo é entender o que dizem os livros didáticos distribuídos para alunos da educação básica sobre as radiações, sobretudo quais são os possíveis danos que a exposição a diferentes tipos de radiação pode causar à nossa saúde.

O uso do livro didático no contexto escolar

Como base para o trabalho, utilizamos livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental II. Os livros didáticos destacam-se entre os elementos mais essenciais dentro do conjunto de objetos envolvidos nas atividades-fim da escola. No Brasil, esses livros são parte central da produção, circulação e apropriação de conhecimentos (LAJOLO, 1996). Um dos principais papéis dos livros didáticos é corresponderem a uma versão das diretrizes e currículos oficiais, de forma que o professor consiga dar forma àquilo em sua prática escolar (MEGID NETO; FRACALANZA, 2006), atuando como construtor de políticas curriculares em sala de aula e visto a partir dos documentos oficiais como o implementador do currículo como proposta e como prática (LOPES, 2008). Atualmente, o Brasil passa por um processo de mudanças curriculares com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de caráter normativo que define um conjunto de conteúdos e aprendizagens essenciais que todos os alunos têm o direito de desenvolver ao longo da educação básica (BRASIL, 2018). Com o objetivo de estabelecer relações mais

profundas entre ciência, natureza, tecnologia e sociedade e possibilitar que o aluno lance mão deste conhecimento como forma de protagonizar escolhas de posicionamentos enquanto cidadão (BRASIL, 2018), a BNCC propõe o estudo do objeto de conhecimento *Radiações e suas aplicações na saúde* no 9º ano do Ensino Fundamental, explicitando como objetivo o desenvolvimento de duas habilidades:

(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.

(EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a *laser*, infravermelho, ultravioleta etc.). (Brasil, 2018).

De forma a se adequar à BNCC, os livros didáticos que serão utilizados nas escolas a partir de 2020 devem contemplar as habilidades EF09CI06 e EF09CI07.

Por tratar-se de um assunto que possui grandes implicações políticas, econômicas, sociais e que se destaca nos meios midiáticos, o tema apresenta grande relevância para uma atuação cidadã crítica e pode possibilitar posicionamentos e embasar escolhas pela perspectiva científica.

A escolha pelos livros didáticos deve-se ao papel que o livro didático desempenha no contexto escolar, sobretudo no ensino de ciências. A temática radiações será nosso foco de atenção, em especial, o papel dado nas propostas didáticas aos seus possíveis riscos para os seres humanos.

Metodologia de pesquisa

Para a análise, foram selecionados livros de ciências do 9º ano do Ensino Fundamental aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que foram distribuídos no início de 2020 e devem ser utilizados até 2023. Dentre as 12 coleções aprovadas no PNLD 2020, escolhemos para a nossa amostra as coleções que possuem físicos de formação entre os autores principais. Neste recorte, enquadraram-se quatro coleções.

Quadro 01. Livros selecionados para a análise

Nome do livro	Autor(es)	Editora
Tempo de Ciências 9 - 4ª edição - São Paulo, 2018	Carolina Souza, Maurício Pietrocola, Sandra Fagionato	Editores do Brasil
Apoema Ciências 9 - 1ª ed. - São Paulo, 2018	Ana Maria Pereira, Ana Paula Bemfeito, Carlos Eduardo Pinto, Miguel Arcanjo Filho, Mônica Waldhelm	Editores do Brasil
Companhia das Ciências 9 - 5ª ed. - São Paulo, 2018	João Usberco, José Manoel Martins, Eduardo Schechtmann, Luiz Carlos Ferrer, Herick Martin Velloso	Editores Saraiva/SOMOS Educação
Geração Alpha Ciências 9 - 2ª ed. - São Paulo, 2018	Ana Luiza Petillo Nery, Gustavo Isaac Killner	SM

Fonte: Guia de livros didáticos do PNLD 2020

Como metodologia, foi realizada uma análise de conteúdo com o objetivo explicitado de analisar a temática radiações, buscamos identificar trechos que

mencionam os riscos e perigos das radiações nas unidades ou capítulos que abordam as habilidades EF09CI06 e EF09CI07 da BNCC.

A partir dos trechos selecionados, foram construídas três categorias de análise: formato de apresentação das informações, quais os tipos de radiações são mais ou menos citadas como “perigosas” para os seres humanos e quais os riscos que elas representam. Essas categorias nos permitirão compreender, ao final do estudo, quais são as informações mais comuns nos livros, se os efeitos das radiações nos seres são explicados em algum momento ou se são apenas colocados como exemplos ou “alertas” e se esses conteúdos são contextualizados e facilitam a compreensão do público alvo sobre a gravidade dos possíveis problemas e suas consequências.

Caracterizar essas informações é fundamental para compreender o papel que elas desempenham na aula de ciências, uma vez que o conteúdo dos livros didáticos de ciências é, muitas vezes, determinante para o planejamento do professor. A maior parte dos professores de ciências, por possuírem formação específica (a maior parte deles em Biologia), geralmente tem mais ou menos afinidade com parte dos conteúdos que devem abordar em sala de aula. Nesses casos, o livro didático se torna fonte de informação e de pesquisa não apenas para o aluno, mas também para o professor.

Análise

Uma primeira análise dos livros didáticos já mostra que, de maneira geral, as coleções analisadas cumprem os requisitos das habilidades mencionadas, utilizando principalmente exemplos e contextos tecnológicos para apresentar e descrever as radiações, bem como o papel das radiações na medicina diagnóstica e no tratamento de doenças. No entanto, os possíveis riscos causados por elas são menos utilizados como exemplos principais.

Nos quatro livros analisados foram encontrados 16 trechos que citam os possíveis danos das radiações aos seres humanos. A distribuição dos trechos e a análise de acordo com as categorias construídas apresentam-se abaixo.

Tabela 01. Número de trechos selecionados para a análise em cada livro

Obra	Número de trechos selecionados
Tempo de Ciências 9	7
Apoema Ciências 9	4
Companhia das Ciências 9	3
Geração Alpha Ciências 9	2

Fonte: autoria própria (2020).

Formato de apresentação das informações

O formato de apresentação das informações ao longo dos livros didáticos nos permite identificar a relevância que se dá às informações e se elas se destacam ou não no livro. No caso dos efeitos negativos das radiações, foram encontradas cinco diferentes formas de apresentação das informações: imagem ou legenda de imagem

(2 casos), notícia (1 caso), informação em destaque (balões, boxes etc.) (5 casos), texto (6 casos) e informação contida em infográficos (2 casos).

Em cinco dos 16 casos essas informações se apresentam em destaque, revelando a importância dessas informações. A partir da leitura delas, foi possível, ainda, separá-las em três tipos: as que se apresentam como “alerta” (2 casos), as que se apresentam como “curiosidade” (1 caso) e as que apresentam caráter informativo (2 casos).

Nas informações que aparecem dentro dos textos, as menções aos riscos são utilizadas para exemplificar de que forma elas podem afetar o corpo humano. Geralmente, elas aparecem em contraposição aos exemplos positivos sobre a utilização das radiações ou mencionando os possíveis riscos como decorrência das características e propriedades das ondas eletromagnéticas. Apesar de não terem destaque do texto como um todo, essas informações são fundamentais porque apresentam explicações mais profundas sobre as interações que ocorrem entre as ondas eletromagnéticas e as células do corpo humano.

No caso da notícia e das informações em infográfico, que ocorre em três casos, percebe-se a possibilidade de estabelecer relações com outras informações sobre o assunto, favorecendo a contextualização e o desenvolvimento uma abordagem cotidiana.

Tipo de radiação que apresenta risco

Em relação aos tipos de radiação que essas ocorrências sinalizam como sendo perigosas em algum sentido, são feitas menções individuais aos raios ultravioleta, ondas de rádio, raios X, raios gama e, em alguns casos, não especificam o tipo de radiação, generalizando as radiações que podem ser nocivas aos seres humanos. A tabela a seguir mostra o número de ocorrências para cada tipo de radiação.

Tabela 02. Número de ocorrências de cada tipo de radiação citada nos livros

Tipo de radiação	Número de ocorrências
Ultravioleta	7
Ondas de rádio	2
Raios X	2
Raios gama	3
Radiações em geral	2

Fonte: autoria própria (2020).

Quase metade dos trechos citam os raios ultravioleta, sobretudo a radiação proveniente da luz solar, alertando sobre os perigos de exposição excessiva ao sol, e reforçam sobre a importância da utilização de filtro solar e óculos de sol com proteção aos raios ultravioleta e evitar a exposição solar nos horários de maior intensidade na luz solar incidente.

As menções aos riscos causados pela radiação gama, por outro lado, estão mais ligadas a menções de danos ao núcleo das células e ao DNA e as menções às ondas de rádio, raios X e radiações em geral mencionam riscos de danos às células e desenvolvimento de tumores, sem especificar, necessariamente, tipos mais ou

menos prováveis que essas radiações podem causar (exceto uma das informações sobre os riscos do uso excessivo do celular, que relaciona com o desenvolvimento de tumores cerebrais).

Tipo de risco

Alguns trechos analisados nesta categoria citam mais de um tipo de dano, aumentando a quantidade de dados. A tabela abaixo indica o número de ocorrências para cada tipo de risco.

Tabela 03. Número de ocorrências de cada tipo de risco citado nos livros

Tipo de risco	Número de ocorrências
Câncer de pele	3
Câncer (não especificado)	4
Danos à saúde (não especificado)	3
Danos aos olhos e à visão	2
Danos à função de memória cognitiva	1
Tumores cerebrais	1
Mutações genéticas/danos ao DNA	5
Queimaduras	1
Tumores (não especificados)	3
Morte	1

Fonte: autoria própria (2020).

Quase metade dos casos citam como possíveis riscos da exposição às radiações os cânceres e tumores. As menções aos termos “cânceres” e “tumores” facilitam a contextualização do tema, já que os alunos geralmente têm familiaridade com tais palavras. Esses termos carregam conotações negativas e que a maior parte das pessoas facilmente associam a graves prejuízos à saúde. Além disso, o uso de palavras que fazem parte do cotidiano simplifica o processo de explicar as alterações celulares que levam à formação dos tumores. Destaca-se, também, a quantidade de vezes em que são citados os riscos de mutações genéticas e danos ao DNA. Em duas menções a esse tipo de dano, as mudanças genéticas foram vinculadas ao termo “radiação ionizante”, seguido de explicações sobre a interação das radiações ionizantes com a matéria e enfatizando a informação de que as radiações ionizantes é que são nocivas ao corpo humano.

Algumas considerações

De maneira geral, os livros analisados apresentam informações importantes sobre os possíveis danos que as radiações podem causar aos seres humanos, em maior ou menor proporção, em conformidade com parte das habilidades da BNCC previstas para o 9º ano do Ensino Fundamental.

As formas de apresentação das informações geralmente chamam a atenção do leitor mesmo em uma consulta rápida ao livro, pois se destacam em diferentes

cores, tamanhos de fonte e até como “alertas”. Para o leitor que faz uma leitura integral do texto, geralmente se apresentam explicações mais detalhadas sobre os processos de interação das radiações com o corpo humano. Apesar de nem todas as informações apresentarem essas explicações, é fundamental que elas estejam presentes nos livros didáticos, pois possibilitam o contato com aluno com este complexo tema que, em geral, têm a oportunidade de discutir e entender.

As citações sobre os perigos das radiações ultravioleta provenientes do Sol e da formação de tumores e cânceres como consequências da exposição excessiva às radiações favorecem a contextualização do assunto, já que utiliza termos conhecidos dos alunos e que são carregados de conotações negativas e de risco à saúde, ou seja, promove uma compreensão de que devemos ter cuidados ao nos expormos às radiações.

A presença de habilidades que se referem diretamente ao tema em um documento oficial também é fundamental para fazer com que o assunto seja abordado em sala de aula, principalmente se levarmos em consideração o fato de que a física no ensino fundamental, antes do documento, muitas vezes era simplificada e vista como coadjuvante dentro de ciências no Ensino Fundamental II.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Câncer de pele não melanoma**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-pele-nao-melanoma>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em aberto**, Brasília, ano 16, n. 69, jan./mar. 1996.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciênc. educ. (Bauru)** [online]. 2003, vol.9, n.2, pp.147-157.

PRESTES, M.; CAPPELLETTO, E.; SANTOS, A. C. K. Concepções dos estudantes sobre radiações. **Atas do XI ENPEC**. Curitiba, 2008.

ANÁLISE DOS ASPECTOS HISTÓRICOS EM DUAS COLEÇÕES DE LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD 2018: TEMA DE RADIOATIVIDADE

ANALYSIS OF HISTORICAL ASPECTS IN TWO COLLECTIONS OF TEACHING BOOKS APPROVED BY PNLD 2018: RADIOACTIVITY THEME

Sarah Helem Tschá¹, Ana Maria Bojarski², Karoline dos Santos Tarnowski³, Ivani T. Lawall⁴, Luiz Clement⁵

¹UDESC/CCT/BolsistaPROBIC/sarah.helem.tsc@gmail.com

²UDESC/CCT/BolsistaPROBIC/anabojarski97@gmail.com

³UDESC/CCT/PPGECMT/BolsistaPROMOP/karol.tarnowski@hotmaill.com

⁴PPGECMT/UDESC/CCT/DFIS/ivani.lawall@udesc.br

⁵PPGECMT/UDESC/CCT/DFIS/luiz.clement@udesc.br

Apoio FAPESC e CNPQ

Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar como os aspectos históricos e a construção do conhecimento físico, sobre o tema radioatividade são apresentados nas coleções de Livros Didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD) de 2018. Esta análise é baseada em um instrumento de medida sugerido por Tacla *et al.* (2015), o qual contém outras três categorias, além desta citada. Num primeiro momento analisaram-se todas as 12 coleções aceitas pelo PNLD de 2018 (BRASIL, 2017), porém neste trabalho foram selecionadas 2 coleções específicas, uma com maior nota e outra com menor. De maneira geral, a partir desta análise foi possível perceber que ambas as coleções não desenvolvem atividades que possibilitam a comparação entre as concepções prévias dos alunos e as leis/teorias enunciadas de acordo com a História da Ciência. Observou-se também que, na coleção com menor nota, o fato de não discorrer sobre o tema de radioatividade restringe a possibilidade de apresentar aspectos históricos e demonstrar como a construção do conhecimento físico foi estabelecida no decorrer dos anos. A coleção com maior nota, em contrapartida, apresenta um capítulo inteiro com materiais a respeito do tema radioatividade, trabalhando os conceitos de forma não linear e refletindo sobre as influências sociais, econômicas, políticas e culturais.

Palavras-chave: Livro Didático. PNLD. Aspectos Históricos. Radioatividade.

Abstract

This work aims to analyze how the historical aspects and the construction of physical knowledge, on the radioactivity theme are presented in the collections of textbook approved by the National Textbook Program (PNLD) of 2018.

This analysis is based on a measurement instrument suggested by Tacla *et al.* (2015), which contains three other categories, in addition to this one. At first, all 12 collections accepted by the 2018 PNLD (BRASIL, 2017) were analyzed, but in this work 2 specific collections were selected, one with the highest score and the other with the lowest. In general, from this analysis it was possible to notice that both collections do not develop activities that enable the comparison between the students' previous conceptions and the laws / theories enunciated according to the History of Science. It was also observed that, in the collection with the lowest grade, the fact of not talking about the topic of radioactivity restricts the possibility of presenting historical aspects and demonstrating how the construction of physical knowledge was established over the years. The highest-rated collection, on the other hand, features an entire chapter with materials on the topic of radioactivity, working the concepts in a non-linear way and reflecting on social, economic, political and cultural influences.

Keywords: Textbook. PNLD. Historical Aspects. Radioactivity.

Introdução.

O Livro Didático (LD) é o principal integrante da tradição escolar, sendo este um artefato cultural sujeito a influências políticas, econômicas, sociais e pessoais (ARTUSO, 2017). O objetivo do LD para o Ensino Médio é que este seja uma ferramenta de apoio à construção dos processos educativos, os quais apresentam os conteúdos e metodologias a fim de sustentar os ideais educacionais da legislação brasileira, sendo assim, o “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; e o conhecimento das formas contemporâneas de linguagem” (BRASIL, 2018, p. 9).

Este tema é amplamente aplicado no cotidiano, por exemplo, na utilização de importantes aparelhos médicos, na produção de energia, agricultura, alimentação e também em armas militares, as quais foram responsáveis por eventos relevantes na história da humanidade. Fatos históricos e aplicações tecnológicas possuem forte relação com a sociedade, cultura e economia, podendo ser um dos motivos para enfatizar a importância da análise dos aspectos históricos oferecidos em LDs. Desta forma, Araújo e Dickman (2013) ressaltam também como é primordial que os professores estejam bem direcionados e preparados, assim como seus recursos didáticos, possibilitando que ocorra a formação de um cidadão crítico, ciente de como o conhecimento é gerado no decorrer do tempo.

Diante disso são vastos os conteúdos a serem analisados nos LDs. Optou-se neste trabalho por um recorte de um trabalho maior, pelo tema de radioatividade, o qual se encontra em livros de Física e Química, pois abordam conceitos como radiação e modelos atômicos. A radioatividade pode ser resumida como as possíveis radiações emitidas por um núcleo, as quais podem ocorrer como radiação eletromagnética (radiação γ) ou emissão de partículas (alfa α e beta β).

Para este trabalho, além de selecionado o tema, foi escolhido a categoria “Aspectos históricos e construção do conhecimento físico”, os quais serão apresentados com mais detalhes. O objetivo deste trabalho é analisar como os aspectos históricos e a construção do conhecimento físico, sobre o tema

radioatividade são apresentados nas coleções de Livros Didáticos aprovados pelo PNLD de 2018.

Livro Didático e os Aspectos Históricos da Ciências

Os Livros Didáticos são, por muitas vezes, os principais recursos físicos disponíveis em sala de aula, sendo assim, este é um importante auxílio para alcançar as finalidades propostas para o Ensino Médio. Percebe-se então a necessidade de que o ensino seja contextualizado tal que desenvolva habilidades e competências de inserção da ciência e suas tecnologias, visando processos históricos, sociais e culturais, tal como propõem os documentos oficiais.

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é o responsável por selecionar possíveis materiais a serem distribuídos. É administrado pelo Ministério da Educação e apresenta um guia para que os professores possam escolher as coleções desejadas a serem utilizadas durante três anos (BRASIL, 2017).

No trabalho de Santos (2006) mostra quais eram os parâmetros utilizados pelos professores na seleção de LD, verificando que os critérios são muito subjetivos. A autora desenvolveu uma planilha para que os professores a utilizassem de forma a refinar seus critérios. Nela continuam fatores tais como: imagens, aspectos gráficos-editoriais e textuais, linguagem, livro do professor, atividades experimentais, aspectos históricos, aspectos sociais, contextualização dos conceitos e abordagem metodológica. Dito isto, percebe-se a importância de uma ferramenta que guie uma análise mais sistemática das coleções a serem escolhidas. A ferramenta aqui utilizada é a encontrada no trabalho de Tacla et al. (2015), cujos detalhes serão encontrados mais a frente.

De acordo Carvalho e Sasseron (2010), existem uma variedade de estudos que indicam a potencialidade do uso de História da Ciência como uma abordagem importante para uma construção apropriada da visão de Ciências. Um exemplo de abordagem neste enfoque, sobre conceitos atrelados à radiação, é a sugestão de Vasconcelos e Forato (2018), os quais procuram acabar com a visão estereotipada e ingênua de Ciência. Abordar episódios históricos em aulas de ciências em prol desta visão adequada requer elementos que propiciem uma reflexão de ciência como construção humana sujeita à diversas interpretações dependendo de seu contexto. Os conhecimentos, neste sentido, estão sujeitos a transformações e reformulações conduzidos por paradigmas, não de forma pontual, e sim de forma articulada entre as teorias estabelecidas (CARVALHO; SASSERON, 2010).

Para analisar se tais elementos se encontram em Livros Didáticos procura-se saber se: o LD valoriza a evolução das ideias para a construção dos conhecimentos físicos; o conhecimento físico é apresentado como modelo que indica o caráter transitório das ciências; e se apresenta uma abordagem do conhecimento com a valorização de uma visão interdisciplinar. Aspectos considerados relevantes por Schmiedecke e Porto (2014), pois como afirmam os autores:

A História da Ciência apresenta-se como um campo do conhecimento provedor de critérios, estratégias e recursos voltados ao oferecimento de uma educação científica mais humana e culturalmente mais ampla, que não

esteja apenas focada no trabalho dos aspectos teóricos, experimentais e tecnológicos dos conteúdos abordados (p. 232).

Percebe-se também que a correta inclusão de História da Ciência compreende uma das competências da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), um aspecto fundamental para compreender a ciência na visão de empreendimento humano e social. Para tanto, é preciso apresentá-la como construção social, “com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura” (BRASIL, 2018, p. 550).

Outro aspecto relevante para o Ensino de Ciências, focado em aspectos históricos e levado em conta aqui neste trabalho, é o fato de que as concepções tidas como alternativas pelos estudantes muitas vezes se assemelham com as concepções encontradas em conceitos científicos antigos, ou seja, os mesmos apresentados na História da Ciência, Astolfi (1993) já percebia isto com o conceito de ímpeto, e estudos como o de Clement, Duarte e Fissmer (2010) ainda encontram tais situações em alunos de graduação dos cursos de ciências da natureza, destacando a relevância de tais aspectos para o processo de escolarização.

Metodologia

Este trabalho possui um caráter qualitativo e está sendo desenvolvido pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Física e Tecnologia (GEPEFT) o qual faz parte do projeto intitulado: “Formação, Inovação e Motivação no Processo de Ensino Aprendizagem na Área de Ciências, Matemática e Tecnologias”.

O instrumento de análise utilizado para avaliar as coleções aceitas pelo PNLD 2018, foi apresentado por Tacla *et al.* (2015). No instrumento, a análise apresenta quatro categorias, as quais possuem uma porcentagem de relevância: linguagem dos textos (10%), livro do professor (20%), aspectos históricos da construção do conhecimento físico (25%) e a abordagem e contextualização de acordo a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (45%).

Cada categoria possui indicadores, a estes indicadores são atribuídos valores numéricos de 0 a 4 para refletir o quão presente o indicador está no material, ou seja, quanto maior o valor (mais próximo de 4), maior é o atendimento/satisfação do item. Para cada valor atribui-se também um conceito relacionado, o qual pode ser mais bem percebido, neste caso: 0 para “Não se aplica”; 1 para “Irrelevante”; 2 para “Pouco Relevante”; 3 para “Relevante”; e 4 para “Muito Relevante”.

Os indicadores para a categoria: “Aspectos históricos e construção do conhecimento físico” são:

1. O LD valoriza a evolução das ideias para construção dos conhecimentos físicos;
2. O LD incita as comparações entre as concepções prévias dos alunos com as concepções vigentes em determinadas épocas históricas;
3. O LD mostra o caráter hipotético das ciências e as limitações de suas teorias e seus problemas pendentes de soluções;
4. O conhecimento físico é apresentado como modelo que indica o caráter transitório das ciências;

5. Evita a compartimentalização dos conceitos, abordando-os em diferentes contextos e/ou situações do cotidiano;
6. Apresenta uma abordagem do conhecimento com a valorização de uma visão interdisciplinar.

Com este instrumento foram avaliadas todas as 12 coleções aceitas pelo PNLD 2018 de Física referente aos conceitos de radioatividade, onde observou-se uma variação de 4 a 7 para as notas gerais. Destas 12 coleções, foram selecionadas duas: a com maior nota e a com menor nota geral com o objetivo de compará-las e identificar as categorias. A maior nota observada foi referente ao livro de Pietrocola *et al.* (2016), “Física em Contextos”, e aqui nomeada de C1 e a menor nota referente ao livro de Martini *et al.* (2016), “Conexões com a Física”, nomeada de C2.

As análises dos itens encontrados nos livros serão apresentadas de forma descritiva e por meio de exemplos, seguindo também a ordem em que são encontrados na leitura dos livros e separados por coleção.

Resultados e Discussão

Ao analisar os LDs, percebeu-se que ambos apresentavam conceitos de radioatividade somente no segundo e terceiro volumes. A coleção C1 apresenta a radioatividade durante menções sobre energia nuclear no segundo volume e dentro do capítulo *Estrutura da Matéria* no terceiro volume. Já na coleção C2 os conceitos são apresentados como exemplos ou em quadros “extras” referentes às aplicações tecnológicas no segundo e terceiro volume. Os detalhes referentes a cada coleção são encontrados no Quadro 1.

Quadro 1: Distribuição dos conteúdos de radioatividade nos livros analisados.

Coleção	Temas e/ou termos sobre radioatividade abordados nas coleções	
	Volume 2	Volume 3
C1	Energia nuclear: Apresentada dentro da seção sobre tipos de energia (p. 12); matriz de energia nuclear, fissão do urânio, obtenção, usos, vantagens e desvantagens da energia nuclear, energia nuclear no Brasil (pp. 58-64).	Estrutura da matéria: Estabilidade nuclear, força nuclear forte, linha de estabilidade, decaimentos radioativos α , β e γ e seu poder de penetração, isótopos, transmutação, Henri Becquerel, Marie e Pierre Curie, lei do decaimento radioativo, fissão nuclear, reação em cadeia e usinas nucleares (pp. 224-244).
C2	Água que resfria e que aquece: Usina nuclear, radiação e energia atômica (p. 83).	Usinas geradoras de energia elétrica: Usina nuclear, urânio e fissão nuclear (p. 121) O espectro eletromagnético: Raios gama (p. 216) Equivalência entre massa e energia: a fissão e a fusão nuclear: Urânio-235, reação em cadeia, fissão nuclear, usinas term nucleares, lixo radioativo e bomba atômica (p. 240). A busca pelo átomo: Proveniência do elétron do núcleo manifestada no decaimento β , neutrinos, força nuclear fraca e reações nucleares (pp. 259-260).

Fonte: Autores (2020).

Na C1, a partir da página 227 (v. 3), as ideias de cientistas que pesquisavam sobre a mesma área foram expostas, de forma que fosse possível observar o lado humano dos mesmos a respeito de suas limitações e ligações com demais pesquisadores. Isso é relevante, pois vai ao encontro do que Carvalho e Sasseron (2010) defendem sobre a abordagem da ciência construída de maneira histórica e humana, estando assim sujeita às interpretações de mundo da humanidade em meio ao seu contexto social, histórico e cultural. Apresenta de forma relevante os itens 1 (a evolução das ideias para construção dos conhecimentos físico) e 3 (as limitações de suas teorias e seus problemas). Além disso, como apresenta experimentos, ideias e suas influências na sociedade para a época, introduz um contexto, ou seja, indica o item 5. Este pode ser encontrado no trecho:

Em 1901, Rontgen recebeu o Prêmio Nobel de Física. O impacto de seu trabalho foi tremendo na medicina, mas ele recusou todo e qualquer ganho financeiro por seu feito, declarando que as descobertas científicas deveriam ser distribuídas livremente para todos (C1, v. 3, p. 228).

Ainda, na página 234 também é possível encontrar aspectos relacionados aos itens 3, 5 (evita a compartimentalização dos conceitos, abordando-os em diferentes contextos e/ou situações do cotidiano) e 6 (apresenta uma abordagem do conhecimento com a valorização de uma visão interdisciplinar). Estes itens foram observados, pois há um texto escrito por um cientista, no qual há descrição de como foram feitas as pesquisas entre 1934 e 1938 de um grupo com diversos pesquisadores de distintas áreas, estudos bem aceitos até aquele momento. Os novos resultados culminaram para que outros cientistas desenvolvessem explicações mais bem fundamentadas. Desse modo, a C1 auxilia os estudantes a perceber que o saber científico não tem sua construção de modo pontual, há o desenvolvimento de uma articulação entre as teorias estabelecidas (CARVALHO; SASSERON, 2010).

Nas páginas 243 e 244 (v. 3) há uma proposta de atividade a qual estimula os alunos a pesquisarem os prós e contras dos estudos sobre radioatividade. Nele, é proposto que os alunos não pesquisem somente em livros de Física, mas também de Química, História e Geopolítica, sendo assim, apresenta o item 6, que é a valorização de uma visão interdisciplinar. Além disto, a proposta desta atividade é fazer com que o aluno desenvolva uma opinião crítica sobre o tema no decorrer de seus estudos. Conforme Carvalho e Sasseron (2010), isso é importante, pois aborda a ciência relacionada a amplos conhecimentos, os quais estão sujeitos a transformações à medida que são reformulados.

Já na C2, em seu terceiro volume pôde ser encontrado trechos que indicam o caráter hipotético da ciência e as limitações de suas teorias e seus problemas (item 3) como, por exemplo:

A violação de princípios tão fundamentais da física era tão conflitante que, na época, alguns físicos chegaram a cogitar que esses dois princípios (conservação de energia e momento) não fossem válidos para todos os processos físicos. No entanto, nem todos estavam dispostos a sacrificar fundamentos tão sólidos (C2, v. 3, p. 259).

Tanto a C1 quanto a C2 não incitam as comparações entre as concepções prévias dos alunos com as concepções vigentes em determinadas épocas históricas

(item 2), nem em atividades nem no decorrer do texto. Para desenvolvimento de tal aspecto seria necessárias pesquisas sobre as concepções dos alunos quanto ao tema, o livro poderia auxiliar em uma visão mais geral, contudo, concepções espontâneas dependem de cada indivíduo e podem ser trabalhadas de maneiras diferentes em sala de aula, de acordo com o professor. Observa-se então a ausência de um elemento considerado relevante para o processo de escolarização (CLEMENT; DUARTE; FISSMER, 2010).

Em ambas as coleções, no terceiro volume, são apresentados os modelos atômicos descritos por vários pesquisadores, portanto, um só conceito possui várias explicações; ou seja, possibilidade de abordar o item 4 (é apresentado como modelo que indica o caráter transitório das ciências). Porém, a descrição dos modelos compreende a ideia inadequada de que um apenas complementa o outro, que o mais atual é o verdadeiro ou que representa de fato a natureza, o que de fato não ocorreu, pois houve muitos debates em torno deste tema (VASCONCELOS; FORATO, 2018). Desse modo, representa a ciência de modo linear e complementar, sem discutir coerentemente a questão de o desenvolvimento do conhecimento científico ser conduzido por paradigmas que influenciam tanto a observação quando a interpretação dos fenômenos (CARVALHO; SASSERON, 2010).

De maneira geral, a C1 apresenta os itens 1, 3, 5 e 6 enquanto a C2 o item 3 e por este motivo nenhum dos livros atende a todas as categorias.

Conclusão

Ao apresentar os resultados com o objetivo de analisar como os aspectos históricos e a construção do conhecimento físico, sobre o tema radioatividade são apresentados nas coleções C1 e C2 dos Livros Didáticos aprovados pelo PNLD de 2018. Observamos que a presença de aspectos relacionados à História da Ciência e construção do conhecimento físico é maior na C1 do que na C2. Isto pode estar atrelado ao fato de que a C2 não discorre muito sobre o tema, apresenta-o somente em exemplos.

Percebe-se na C1 que o saber científico não tem sua construção de modo pontual, mas há o desenvolvimento de uma articulação entre as teorias estabelecidas (CARVALHO; SASSERON, 2010). Aborda a ciência relacionada a amplos conhecimentos, os quais estão sujeitos a transformações à medida que são reformulados. Na C2, pôde ser encontrado trechos que indicam o caráter hipotético da ciência e as limitações de suas teorias e seus problemas.

Uma vez que haja mais espaço no livro para o tema, é mais provável e possível a inserção da evolução das ideias e a não compartimentalização dos conceitos e, portanto, possibilita abordá-los em diferentes contextos e situações, como também de forma interdisciplinar, na perspectiva de tornar o conhecimento mais humano. Dentre as 12 coleções aceitas pelo PNLD, todas elas apresentaram índice irrelevante ou pouco relevante para o item 2, ou seja, os LD analisados não incitam as comparações entre as concepções prévias dos alunos com as concepções vigentes em determinadas épocas históricas.

Conforme retratado nos itens acima, há uma reflexão de aspectos históricos nos LDs selecionados, uns mais que outros, mas presentes. O instrumento de medida e análise mostra a importância das devidas considerações para a escolha e indicam as categorias relevantes a ser consideradas em um Livro Didático. Podemos

destacar que ambas as coleções aprovadas pelo PNLD, apresentam os temas e estão aptas para seu uso em sala de aula, a escolha irá depender da preparação do professor conforme destacam Araújo e Dickman (2013).

Referências

ARAÚJO, Marcela Campos; DICKMAN, Adriana Gomes. **Energia nuclear e radioatividade:** Como estes tópicos são abordados pelos professores no ensino médio. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC), Águas de Lindóia (SP), 10 a 14 de Novembro de 2013.

ARTUSO, Alysson Ramos; MARTINO Luiz Henrique; COSTA, Henrique Vieira; LIMA, Leticia. **Como o livro didático de física é usado em sala de aula segundo alunos e professores.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC), Florianópolis (SC), 3 a 6 de julho de 2017.

ASTOLFI, Jean Pierre. Los obstáculos para el aprendizaje de conceptos en ciencias: la forma de franquearlos didácticamente. **Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias**, p. 289-306, 1993.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

_____. PNLD 2018: **Apresentação – Guia de Livros Didáticos – Ensino Médio.** Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017. 39 p.

_____. PNLD. Ministério da Educação. 2018.

CARVALHO, Anna MP de; SASSERON, Lúcia Helena. Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas. **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, p. 107-140, 2010.

CLEMENT, Luiz; DUARTE, Diego A.; FISSMER, Sara F. Concepções Espontâneas em Física: Calouros de um Curso de Licenciatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 2, 2010.

MARTINI, Glorinha et al. **Conexões com a Física:** Estudo dos movimentos, Leis de Newton, Leis da conservação. Ensino Médio. Manual do Professor. v. 1, v. 2, v. 3, 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2016a.

PIETROCOLA, Maurício et al. **Física em contextos.** Ensino Médio. Manual do Professor. v. 1, v. 2, v. 3, 1ª ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016a.

SANTOS, Sandra Maria de Oliveira. **Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio.** 2006. 234 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SCHMIEDECKE, WINSTON GOMES; PORTO, PAULO ALVES. Uma abordagem da história da energia nuclear para a formação de professores de física. **Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro**, v. 7, n. 2, p. 232-241, 2014.

TACLA, Lucas Arruda; GUALKE, Angela Mary; LAWALL, Ivani Teresinha; MENESTRINA, Tatiana Comiotto; CLEMENT, Luiz. **Análise de livro didático: Caracterização geral e enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade.** XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF), Uberlândia (MG), 26 a 30 de janeiro de 2015.

VASCONCELOS, Stephanie Siqueira; DE MELLO FORATO, Thaís Cyrino. Niels Bohr, espectroscopia e alguns modelos atômicos no começo do século XX: um episódio histórico para a formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 851-887, 2018.

ABORDAGEM E CONTEXTUALIZAÇÃO CTS PARA O TEMA DE FÍSICA NUCLEAR EM DUAS COLEÇÕES DE LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD 2018

CTS APPROACH AND CONTEXTUALIZATION FOR THE NUCLEAR PHYSICS THEME IN TWO TEXTBOOKS APPROVED BY PNLD 2018

Ana Maria Bojarski¹, Sarah Helem Tschá², Karoline dos Santos Tarnowski³, Ivani T. Lawall⁴, Luiz Clement⁵

¹UDESC/CCT/PROBIC/ana_bojarski@hotmail.com

²UDESC/CCT/PROBIC/sarah.helem.tsc@gmail.com

³UDESC/CCT/PROMOP/karol.tarnowski@hotmail.com

⁴UDESC/CCT/DFIS/ivani.lawall@udesc.br

⁵UDESC/CCT/DFIS/luiz.clement@udesc.br

Apoio FAPESC e CNPQ

Resumo

Este trabalho tem como objetivo evidenciar a abordagem e contextualização de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) com o tema de Física Nuclear em coleções de livros didáticos (LDs) aprovados pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD) de 2018. Utilizando um instrumento de análise desenvolvido pelo grupo de pesquisa, o qual avalia os LDs em quatro categorias, sendo elas: livro do professor, linguagem dos textos, aspectos históricos da construção do conhecimento físico e abordagem e contextualização CTS, sendo esta última categoria subdividida em outras quatro categorias: aspectos epistemológicos, humanístico-sociais, pedagógicos e técnicos, onde cada uma é constituída por um conjunto de itens/indicadores. Para tanto, foram selecionadas duas coleções de LDs por meio da consulta ao Guia do Livro Didático de 2018 (BRASIL, 2017). De modo geral, foi possível concluir que os LDs analisados evidenciam a abordagem e contextualização CTS com o tema de Física Nuclear, como já avaliado pelo PNLD 2018. Diante disso, a coleção C1 se destaca abordando temas com maior abrangência nos conteúdos, deixando de serem apenas questões técnicas, além de apresentar atividades de pesquisa e debate fazendo com que o aluno passe a ser um componente ativo no processo de ensino-aprendizagem, podendo assim criar suas próprias interpretações e tornar seu pensamento mais crítico. Já a coleção C2 caracteriza a importância do desenvolvimento tecnológico sobre os aspectos da Física Nuclear, apresentando também as influências desse desenvolvimento para a sociedade e para o meio ambiente.

Palavras-chave: Livro Didático. PNLD. CTS. Física Nuclear.

Abstract

This work aims to highlight the approach and contextualization of Science, Technology and Society (CTS) with the theme of Nuclear Physics from two collections of textbooks (LDs) approved by the 2018 National Book and Didactic Material Program (PNLD).

Using an analysis instrument developed by the research group, which evaluates LDs in four categories, namely: the teacher's book, language of texts, historical aspects of the construction of physical knowledge and the CTS approach and contextualization, the latter category being subdivided into other four categories: epistemological, humanistic-social, pedagogical and technical aspects, where each one consists of a set of items / indicators. To this end, two collections of LDs were selected by consulting the 2018 Textbook Guide (BRASIL, 2017). In general, it was possible to conclude that the analyzed LDs show the CTS approach and contextualization with Nuclear Physics theme as already evaluated by the PNLD 2018. In view of this, the C1 collection stands out addressing themes with greater scope in the contents, ceasing to be just questions techniques, besides presenting research and debate activities making the student become an active component in the learning process, thus being able to create their own interpretation and make their thinking more critical. The C2 collection, on the other hand, characterizes the importance of technological development on aspects of Nuclear Physics, also presenting the influences on this development for society and the environment.

Keywords: Paper Books Collection. PNLD. CTS. Nuclear Physics.

Introdução

É por meio da ferramenta de apoio nos processos educativos chamado de livro didático (LD) que aspectos históricos e culturais produzidos pela humanidade são introduzidos aos estudantes. Conforme afirma o Ministério da Educação (BRASIL, 2017), deve ser garantido ao cidadão o direito de acesso dentre as dimensões de ciência, cultura, sociedade, trabalho e tecnologia produzidos pela humanidade. Portanto, é ressaltado que o LD é uma das formas que o estudante possui para ter acesso ao conhecimento gerado no decorrer do tempo e assim estar ciente de suas responsabilidades sociais, ter estímulos durante as discussões, além de desenvolver seu pensamento crítico.

Conforme Schirmer e Saurwein (2017) são fundamentais as análises das coleções sugeridas pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD), pois o LD é a principal ferramenta de apoio nos processos educativos da Educação Básica, sendo também umas das escolhas didático-pedagógicas mais importantes do professor. Portanto, a literatura de análise de LDs aprovados pelo PNLD é vasta e, em relação ao tema de Física Nuclear, existem exemplares tanto de Física (SOUZA; GERMANO, 2009; DARROZ; ROSA; SILVA, 2017) quanto de Química (SÁ; SANTIN FILHO, 2009; SOUSA; SALES, 2016).

Ao longo dos séculos o estudo da estrutura da matéria trouxe novas descobertas, sendo possível definir a Física Nuclear como a física da matéria, rodeada de interações. De maneira simplificada, a Física Nuclear é o estudo de partículas que constituem o átomo como prótons, nêutrons e elétrons. Alguns fenômenos estudados relacionados com a Física Nuclear são o decaimento radioativo, as fissões e fusões nucleares, tipos de energia nuclear, entre outros (MAYER-KUCKUK, 1993).

Nesse contexto, buscamos analisar como esses fenômenos da Física Nuclear são tratados nos LDs conforme os aspectos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) indicam, ou seja, levando em conta a aplicação da ética e da responsabilidade social e ambiental, conhecimentos mais abrangentes sobre esses temas, pensamento coletivo, domínio das tecnologias, aspectos culturais e históricos e, além disso, trazer

sugestões de novas metodologias de ensino e revelar a importância do desenvolvimento tecnológico.

PNLD e os Livros Didáticos de Física

De acordo com Brasil (2017), o PNLD tem como objetivo prover LDs de qualidade nas escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio e tem origem no âmbito federal, organizado pelo Ministério da Educação. Os livros sugeridos por esse documento são avaliados por comissões específicas para cada área. Essas avaliações abrangem desde elementos em respeito à legislação educacional até aspectos conceituais. Algo que deve ser considerado nas avaliações dos LDs em relação a contextualização é a utilização da abordagem CTS.

A abordagem CTS, de acordo com Lopes, Lawall e Menestrina (2017), tem a função de introduzir os avanços tecnológicos, responsabilidades sociais, como questões que envolvem o meio ambiente, e gerar um vínculo entre os conteúdos de sala de aula e o que o aluno vivencia fora da escola. Desta maneira, é possível categorizar o LD como um agente transformador, ou seja, que possa se relacionar com os acontecimentos da vida, permitindo uma aproximação entre aluno e a ciência. Isso pode ser encarado como uma forma de mostrar que ela está presente no dia a dia das pessoas, e não como algo fechado, imutável, intocável e neutro.

Este trabalho possui um caráter qualitativo e está sendo desenvolvido pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Física e Tecnologia (GEPEFT) o qual faz parte do projeto intitulado: “Formação, Inovação e Motivação no Processo de Ensino Aprendizagem na Área de Ciências, Matemática e Tecnologias”.

Nesse contexto, nos baseamos no instrumento desenvolvido e apresentado por Tacla *et al.* (2015). O enfoque é dividido em quatro categorias sendo elas: linguagem dos textos, livro do professor, aspectos históricos da construção do conhecimento físico e abordagem e contextualização de CTS. Essa última categoria é subdividida em outros quatro aspectos, e é com base nessa subdivisão que a análise deste trabalho foi estabelecida. Cada categoria possui alguns itens e a esses é atribuída uma pontuação de 0 a 4 para representar o quão presente o item está no material didático, ou seja, quanto maior a pontuação, maior é o atendimento do item.

Para tanto, houve inicialmente a seleção dos livros didáticos de Física pela consulta ao Guia do Livro Didático do PNLD 2018 (BRASIL, 2017). Com um total de doze coleções sugeridas pelo documento, apenas duas foram selecionadas: uma com a maior nota e uma com a menor nota, para que fosse possível a comparação entre elas. Sendo a coleção C1: Física em Contextos (PIETROCOLA, Maurício *et al.* 2016) e a coleção C2: Conexões com a Física (MARTINI, Glorinha *et al.* 2016).

Através desta seleção foram analisadas as categorias de avaliação do instrumento com enfoque em abordagem e contextualização CTS, sendo elas relacionadas aos aspectos: Epistemológicos, Humanístico-Sociais, Pedagógicos e Técnicos.

Resultados e Discussões

A partir da análise prévia de todos os LDs sugeridos pelo PNLD 2018 (doze coleções), foi estipulada uma nota para cada categoria analisada. Em relação à categoria de abordagem e contextualização CTS, a coleção C1 foi a que se saiu melhor na pontuação com uma média de 6,28. Consequentemente, a coleção C2 não foi tão completa neste quesito, ficando com uma média de 2,91.

Na sequência serão apresentados os resultados da análise das coleções expondo a abordagem e contextualização CTS em forma de comparação entre C1 e C2, sendo elas relacionadas aos aspectos: i) Epistemológicos, ii) Humanístico-Sociais, iii) Pedagógicos e iv) Técnicos.

i) Epistemológicos: O primeiro indicador sugerido pelo instrumento é a categoria de epistemologia, visando encontrar nos LDs características tais como incentivar o desenvolvimento do espírito científico e o pensamento coletivo, estimular a formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, além de oportunizar o conhecimento abrangente e não apenas questões técnicas. Os aspectos epistemológicos visam encontrar:

Conteúdos que oportunizem ao aluno uma visão de mundo diferenciada, buscando o significado do conhecimento a partir de contextos do mundo ou da sociedade em geral, levando o estudante a compreender a relevância e a utilizar o conhecimento para entender os fatos, tendências, fenômenos, processos que o cercam (LOPES; LAWALL; MENESTRINA, 2017, p.3).

Nessa perspectiva, a coleção **C1** torna mais abrangente a definição de forças fundamentais da natureza (V.1, p. 166) ao mencionar e definir força nuclear, trazendo exemplificações de fenômenos. O mesmo ocorre em outro livro da coleção expondo os tipos de energia (V.2, p. 12), bem como a energia nuclear. Além desses tópicos, existem dois capítulos específicos que tratam de Física Nuclear (V.3, p. 216 e p. 245), o primeiro apresentando a estrutura da matéria, discutindo sobre o átomo, o núcleo e os tipos de decaimento, e o outro apresentando e discutindo as partículas elementares (quark, meson e hádron).

Em relação à análise da coleção **C2**, ao se estudar quantidade de movimento (V.1, p. 274) há uma comparação com a Física de Partículas e como esses dois conceitos podem estar relacionados. Por exemplo, na colisão de partículas, com velocidades próximas à da luz, o objetivo é obter informações das partículas originais, e isso só é possível devido à conservação da quantidade de movimento. Além disso, outras questões também são trabalhadas no livro como os geradores elétricos e usinas (V.3, p. 121) e as auroras boreais e austrais (V.3, p. 163). E por fim, é apresentado dois capítulos (V.3, pp. 243 - 257) sobre Mecânica Quântica e Física Moderna.

Os livros abordam questões sobre o domínio da tecnologia como, por exemplo, na coleção C1 aspectos relacionados à estrutura da matéria, partículas elementares, e na coleção C2 usinas e geradores elétricos. Esse fato deixa evidente que há uma reflexão CTS ao se tratar de Física Nuclear sobre uma perspectiva epistêmica, ou seja, uma reflexão sobre a construção do conhecimento em dimensões científicas, técnicas e sociais.

Verificou-se que, em relação aos aspectos epistemológicos, a coleção C1 se destaca, pois apresenta uma discussão mais ampla e completa dos conceitos relacionados à Física Nuclear. Os exercícios propostos nas duas coleções são constituídos por interpretações matemáticas ou no formato de múltiplas escolhas, trazendo uma visão mais mecanizada.

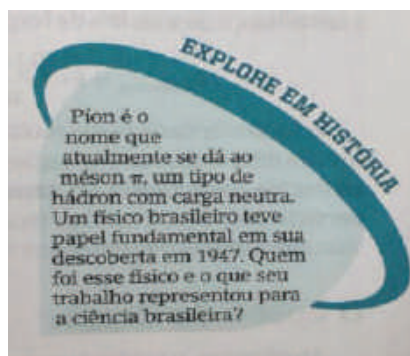
ii) Humanístico-Sociais: Na sequência, o instrumento sugere a análise em relação aos aspectos humanístico-sociais que caracterizam a busca por compreensão e aplicação da ética e da responsabilidade social, preocupação com a dimensão ambiental, valorização dos aspectos culturais, bem como a evidência da historicidade

do conhecimento científico. Como afirma Lopes, Lawall e Menestrina (2017), esta categoria prepara o educando para o exercício da cidadania.

Notam-se a respeito de questões sobre responsabilidades sociais e ambientais, no âmbito de Física Nuclear, na coleção **C1**, um texto sobre uma contextualização tecnológica e social (V.3, p. 237), o qual traz uma mediação sobre como esses tipos de tecnologias relacionadas a fenômenos da Física Nuclear podem interferir na sociedade e no meio ambiente, fazendo claramente uma reflexão de CTS sobre esse tema no aspecto humanístico-social. Por exemplo, o processo de enriquecimento do Urânio e o devido cuidado com resíduos nucleares, além da radiação emitida pela fissão nuclear, podendo danificar o DNA das células do corpo humano. Essa coleção também traz alguns aspectos de historicidade, como por exemplo, ao trazer o texto intitulado “Os efeitos Colaterais da Ciência de Ponta” (V.3, p. 229), onde relata as descobertas de cientistas da área de pesquisa como Becquerel e Marie Curie.

Em relação à coleção **C2** também foi observado menções sobre historicidade, como o estudo do méson e a descoberta de outras partículas elementares (V.3, p. 261), mostrado na Figura 1:

Figura 1: Partículas elementares descritas em C2 (V.3, p. 261).



Fonte: Autores.

Em relação aos aspectos culturais, estão presentes no fim de todos os volumes das duas coleções sugestões de museus e centros universitários para visita, além de indicações de livros, filmes e sites para pesquisa. Um exemplo de sugestão literal presente na coleção C2 é o livro do autor Robert Gilmore “Alice no país do Quantum: A física quântica ao alcance de todos”.

iii) Pedagógicos: Os aspectos pedagógicos buscam analisar a relação com outros níveis de ensino, propiciar o desenvolvimento de habilidades como construir, organizar e procurar diferentes interpretações, produzir conhecimento onde o estudante é componente ativo do processo e apresentar novas metodologias de ensino.

Nesse contexto, **C1** traz uma atividade de pesquisa e debate sobre energia nuclear no Brasil (V.2, p.64). Nesta atividade os alunos devem se organizar em equipes e realizar o debate dividindo-os em defensores e opositores da energia nuclear. Nesta mesma coleção, após iniciar com uma breve contextualização sobre bomba nuclear e energia nuclear (V.3, pp. 243-244), há outra proposta de debate sobre os benefícios e malefícios da Física Nuclear. Esse tipo de estratégia que envolve pesquisa e debate pode ser considerado uma nova metodologia de ensino, pois fazem com que o aluno saia de sua zona de conforto e passe a ser um componente ativo no processo de aprendizagem, podendo assim criar suas próprias

interpretações e tornar seu pensamento mais crítico. Além disso, atividades que propõem temas sobre a aplicação de tecnologias no Brasil remetem a uma reflexão CTS no âmbito pedagógico.

No que se refere à relação estabelecida com outros níveis de ensino, na coleção **C2** estão presentes relações com o Ensino Superior, onde é exposto situações de aplicação tecnológica em relação à Física Nuclear. Alguns exemplos são os casos da engenharia na construção de usinas termonucleares, físicos no trabalho de bombas atômicas, na arqueologia na datação de fósseis por carbono-14, além da área da medicina em relação às aplicações de radioatividade e cura de tumores.

iv) Técnicos: Por último há a classificação técnica no qual é analisado aspectos relacionados a projetar e conduzir experimentos, estimular o uso de novas tecnologias, valorizar a importância do desenvolvimento tecnológico, desenvolver análise de causa e efeito, e por fim, incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica. Segundo Lopes, Lawall e Menestrina (2017), esta categoria exige dos LDs a valorização do desenvolvimento tecnológico, visando também o processo de construção científica.

Levando em consideração a inviabilidade de se trabalhar com experimentos a respeito do tema de Física Nuclear, este item foi considerado como “Não se aplica”. Em relação à menção de novas tecnologias, a coleção **C1** traz uma descrição do funcionamento de uma usina nuclear (V.2, p. 61), exaltando a importância do desenvolvimento tecnológico estabelecido no Brasil e remetendo a uma reflexão CTS no âmbito técnico.

A coleção **C2** também indica questões de desenvolvimento tecnológico como o Grande Colisor de Hádrons (LHC) (V.2, p. 36), a usina nuclear Three Mile Island e as trocas de calor que ocorrem no processo (V.2, p. 83) e por fim o Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger (V.2, p. 235).

Em relação ao aspecto de desenvolver análise de causa e efeito e o incentivo de trabalho de pesquisa e investigação científica, foi possível observar essas características nas duas coleções, principalmente no desenvolvimento dos projetos temáticos, envolvendo os fenômenos de energia nuclear, como já discutidos outrora.

Considerações Finais

O objetivo de analisar duas coleções de livros didáticos aprovados pelo PNLD de 2018 sendo elas “C1”: Física em Contexto; e “C2”: Conexões com a Física, considerando a abordagem e contextualização de CTS com o tema central de Física Nuclear foi atingido. Diante dessa análise, foi possível verificar as classificações pertencentes a cada LD com enfoque em CTS.

De acordo com a classificação dos aspectos **epistemológicos**, a coleção **C1** se mostrou mais completa, desenvolvendo a compreensão do próprio homem em seu meio, incentivando o pensamento reflexivo, e principalmente, oportunizando o aluno ao conhecimento abrangente e não apenas questões técnicas. De outro modo, a coleção **C2** também apresentou conceitos relacionados à Física Nuclear, porém de forma não tão abrangente. Portanto, há uma reflexão CTS ao se tratar de Física Nuclear sobre uma perspectiva epistêmica.

Na classificação dos aspectos **humanístico-sociais**, foi verificado na coleção **C1** o estímulo ao pensamento crítico, à preparação para o exercício da cidadania, relacionando questões como política, economia, meio ambiente e sociedade, além de evidenciar a historicidade do conhecimento científico, trazendo uma reflexão de CTS

no aspecto humanístico-social. Na coleção **C2** também foi observado algumas evidências de historicidade do conhecimento científico de modo subjetivo.

Para a classificação dos aspectos **pedagógicos** foi observado, na coleção **C1**, uma busca por novas metodologias de ensino possibilitando outras perspectivas educacionais, além de propiciar uma relação entre a teoria e a prática e apresentar atividades de pesquisa e debate, fomentando o pensamento crítico e remetendo a uma reflexão CTS no âmbito pedagógico. No que se refere à relação estabelecida com outros níveis de ensino, a coleção **C2** estão presentes relações com o Ensino Superior, onde é exposto situações de aplicação tecnológica em relação à Física Nuclear.

E por fim, a avaliação dos aspectos **técnicos** mostrou que a coleção **C1** expõe questões que desenvolvem a análise de causa e efeito bem como incentiva o trabalho de pesquisa e investigação científica. Já a coleção **C2** valoriza a importância do desenvolvimento tecnológico no Brasil e no mundo, remetendo a uma reflexão CTS no âmbito técnico.

Conforme retratado nas categorias acima, há uma reflexão CTS nos LDs selecionados. De maneira geral, foi notado que a dimensão epistêmica é menos retratada do que a dimensão técnica, ou seja, a aplicação das tecnologias é mais evidente nos LDs do que o desenvolvimento e a construção do domínio tecnológico.

Para tanto, ao fim da nossa análise das duas coleções, elas apresentam aspectos relativos à Física Nuclear, questões pontuais relacionadas à CTS, principalmente envolvendo assuntos relativos à energia nuclear (bomba atômica e usinas termonucleares) nos projetos temáticos. Além disso, conscientizando o aluno para que se torne um cidadão ativo, ciente de suas responsabilidades sociais, capaz de fazer suas escolhas diante disso.

A sugestão de próximos estudos é continuar com uma análise em torno de aspectos históricos e descrever como esses aspectos interagem com a análise de enfoque em CTS.

Referências

DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; SILVA, Júpiter Cirilo da. Análise da abordagem de Física Nuclear nos Livros Didáticos de Física. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, pp. 56-72, set/dez. 2017. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4387/2601>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

LOPES, Alana Caroline; LAWALL, Ivani T.; MENESTRINA, Tatiana Comioto. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: Análise de duas coleções de livros didáticos de Física do Ensino Médio**. XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), São Carlos- SP. 2017. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0638-2.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2019.

MAYER-KUCKUK, Theo; FIOLEAIS, Carlos; MARQUES, Rui Ferreira. **Física nuclear: uma introdução**. 1993.

MARTINI, Glorinha *et al.* **Conexões com a Física**: Estudo dos movimentos, Leis de Newton, Leis da conservação. Ensino Médio. Manual do Professor. v. 1, v. 2, e v. 3, 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.

PIETROCOLA, Maurício *et al.* **Física em contextos**. Ensino Médio. Manual do Professor. v. 1, v. 2, v. 3, 1ª ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

_____. PNLD 2018: **Apresentação – Guia de Livros Didáticos – Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017. 39 p.

_____. PNLD. Ministério da Educação. 2018.

SCHIRMER, Saul Benhur; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. Livros Didáticos em publicações na área de Ensino: contribuições para análise e escolha. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, pp. 23-41, 2017. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/234>>. Acesso em: 23 dez. 2019.

SÁ, Marilde Beatriz Zorzi; SANTIN FILHO, Ourides. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos de química. **Acta Scientiarum: Human and Social Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, pp. 159-166, 2009. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/view/461>>. Acesso em: 23 dez. 2019.

SOUSA, Windson Timoteo de; SALES, Luciano Leal de Moraes. Radioatividade no Ensino Médio: Análise de livros didáticos de Química no PNLD 2015. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 1, Ed. Especial, pp. 73-79, set/dez. de 2016. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/70>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

SOUZA, Alcindo Mariano de; GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Análise de livros didáticos de Física quanto a suas abordagens para o conteúdo de Física Nuclear**. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Vitória-ES. 2009. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_analisedelivrosdidaticos.trabalho.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2019.

TACLA, Lucas Arruda; GUALKE, Angela Mary; LAWALL, Ivani Teresinha; MENESTRINA, Tatiana Comiotto; CLEMENT, Luiz. **Análise de livro didático: Caracterização geral e enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade**. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Uberlândia (MG), 26 a 30 de janeiro de 2015. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0829-1.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2019.

FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NOS LIVROS DIDÁTICOS: UMA ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.

MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS IN TEXTBOOKS: AN ANALYSIS OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES.

Edvaldo Fagundes dos Santos Filho¹, Maxwell Siqueira²,

¹Universidade Estadual de Santa Cruz/DCET/edvaldosantos91@hotmail.com

²Universidade Estadual de Santa Cruz/DCET/mrpsiqueira@uesc.br

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo investigar as características das atividades experimentais nos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) apresentadas nos livros didáticos (LD). Para tanto, realizou-se um levantamento nas coleções de LD de Física aprovados no Plano Nacional do Livro Didático 2018, com o intuito de identificar as atividades experimentais referentes aos tópicos de FMC. Foram analisados 36 exemplares, desse total apenas 6 exemplares apresentaram práticas experimentais, que estão presentes no volume 3 de cada coleção. As atividades experimentais encontradas foram analisadas segundo o grau de direcionamentos proposto por Araújo e Abib (2003), a saber: Demonstração, Verificação e Investigação. Ao final, conclui-se que a presença de tópicos de FMC é predominantemente no último volume e as atividades, embora sejam escassas, têm um direcionamento para a investigação. Assim, percebe-se a necessidade de maior investimento na elaboração de atividades experimentais, contribuindo para o processo de inserção da FMC na educação básica.

Palavras-chave: Ensino de Física; Livro Didático; Física Moderna e Contemporânea; Atividades Experimentais

Abstract

This research aims to investigate the characteristics of experimental activities in the contents of Modern and Contemporary Physics (MCP) presented in textbooks. For this purpose, a survey was conducted in the collections of textbooks Physics approved in the National Plan of the Textbook 2018, in order to identify the experimental activities related to the topics of CMF. Thirty-six specimens were analyzed, from this total only 6 specimens presented experimental practices, which are present in the 3rd volume of each collection. The experimental activities found were analyzed according to the degree of direction proposed by Araújo and Abib (2003), namely: Demonstration, Verification and Research. At the end, it is concluded that the presence of CMF topics is predominantly in the last volume and the activities, although they are scarce, have a directing effect on the quality of the research for the investigation. Thus, it is perceived the need for greater investment in the elaboration of experimental activities, contributing to the process of insertion of CMF in basic education.

Keywords: Physics Education; textbook; Modern and Contemporary Physics; Experimental activities.

INTRODUÇÃO

Há mais de duas décadas, a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea nas aulas de Física já vem sendo apontada por pesquisadores (TERRAZZAN, 1992; OSTERMANN; MOREIRA, 2000; MONTEIRO, NARDI, BASTOS FILHO, 2009; BATISTA; SIQUEIRA, 2017) e, também, nos documentos oficiais (BRASIL, 1999; BRASIL, 2006). Em 2012, o edital do Programa Nacional do Livro didático (PNLD) fez recomendações explícitas para inserir tópicos relacionados à FMC, buscando abordar a dimensão cultural e filosófica.

Nesse sentido, Terrazzan (1992) e Rodrigues (2001) afirmam que a FMC pode proporcionar aos jovens maior interesse por temas relacionados aos avanços científicos e tecnológicos, apresentando-se em diversos ramos como, por exemplo, meio ambiente e saúde. Diante disso, percebe-se que a FMC pode contribuir em formar um cidadão participativo, que entenda o mundo em seu entorno. Para isso, é evidente a discussão sobre qual Física ensinar e como deve ser abordada para que haja uma melhor compreensão do mundo e uma formação cidadã adequada.

Com base no exposto, relacionado às situações vivenciadas no cotidiano escolar para contemplar os conteúdos de FMC em aulas de física do Ensino Médio, o presente estudo é norteado a partir dos seguintes questionamentos: os livros aprovados no PNLD 2018 abordam atividades experimentais acerca dos conteúdos de FMC? Quais os graus de direcionamento dessas atividades? Sendo assim, o esta pesquisa tem por objetivo analisar as atividades experimentais sobre FMC em livros didáticos de física do PNLD - 2018 a fim de entender a inserção da Ciência Contemporânea na Educação Básica.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.

Investigações têm apontado que as atividades experimentais, quando dirigidas numa perspectiva inovadora e promotora de reflexões, possibilitam a aquisição de conhecimentos científicos, permitindo aos estudantes o desenvolvimento de competências para atuarem na sociedade de um modo mais eficaz (BORGES, 2006; CACHAPUZ, 2005; ZÔMPERO; LABURU, 2011)

Contudo, é preciso ter cautela, pois ensinar ciências com atividades experimentais não pressupõe aprendizado ou progresso no ensino. Borges (2006) salienta que a experimentação não consiste em somente largarmos a lousa e o pincel atômico, uma vez que podemos nos deparar em receitas prontas que nada dizem. Assim, podemos destacar que a qualidade das atividades práticas e experimentais está atrelada às finalidades, objetivos da elaboração e planejamento dessas aulas experimentais. Nesse sentido, Barros e Hosoume (2008) afirmam que atividades práticas-experimentais alcançam objetivos que transcendem a ação de apenas “experimental”, propondo um ensino inovador e contextualizado, possuindo um significado para o aluno.

Para Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais são uma excelente ferramenta para aquisição do conhecimento para professores e alunos, pois facilitam esse processo no que diz respeito a uma determinada disciplina, inclusive de cunho investigativo como é o caso da Física. Segundo os autores, esse recurso de ensino tem ganhado destaque nas pesquisas em ensino de ciências nas últimas décadas, fomentando os trabalhos nessa área.

De fato, entendemos que a prática experimental se configura como uma das importantes estratégias no ensino de Física, e sua abordagem tem se desenvolvido de diversas formas a partir de vários referenciais educacionais.

Dessa forma, encontramos no estudo de Araújo e Abib (2003) a discussão dos graus de direcionamento relacionados às atividades experimentais. Para os autores elas podem ser:

Caráter de Demonstração/Observação – Para os autores, o principal aspecto desse tipo de atividade é a "possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas" (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.181).

Caráter de Verificação – As atividades de Verificação, como sugere o próprio nome, são atividades empregadas com a finalidade de verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Os resultados, nesses tipos de experimentos, são de fácil previsão e explicação para fenômenos geralmente conhecidos pelos alunos. Entretanto, essa atividade capacita os alunos à interpretação paramétrica de alguns fenômenos observados, associando-os com os conhecimentos científicos já conhecidos, e a executar generalizações, especialmente quando os resultados experimentais são extrapolados para novas situações (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Caráter de Investigação – Segundo os autores, essas atividades podem fazer com que os alunos estabeleçam relações entre os conceitos estudados e adquiridos nos processos de ensino com os fenômenos contemplados na natureza, a partir do manuseio das ferramentas; podem criar nos alunos habilidades de resolver problemas como base nos conceitos adquiridos da ciência e explicitar a construção da atividade, estabelecendo relação com outras áreas do conhecimento e testando hipóteses. Isso pode possibilitar a reflexão e, por conseguinte, o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, propondo-lhe reflexão, abstração e senso crítico (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Portanto, atividades de caráter experimental são consideradas ferramentas metodológicas relevantes para o ensino e aprendizado das ciências, mais propriamente da física. Além disso, quando bem planejadas, propiciam significados para os alunos, contribuindo para a apropriação do conhecimento.

Nesse sentido, iremos investigar as atividades experimentais das coleções aprovadas pelo PNLD 2018, relacionadas aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, a fim de identificar o grau de direcionamento com base em Araújo e Abib (2003).

METODOLOGIA

A presente pesquisa pode ser caracterizada como uma pesquisa qualitativa, pois compreende um manuseio direto com o livro didático, visto que "o livro é o ambiente original com fonte explícita de dados e o instrumento principal de pesquisa é o próprio pesquisador" (LUDKE; ANDRÉ, 1986 p. 11).

Para a construção deste estudo, selecionamos todas as doze coleções de Física aprovadas pelo PNLD 2018, totalizando 36 livros didáticos. Optamos por escolher os livros textos, simplesmente por ser uma ferramenta muito presente no cotidiano da sala de aula de todo país, sendo utilizados por alunos e professores da

educação básica. O quadro 1 traz a descrição das doze coleções de livros didáticos de física que foram fonte de informação.

Quadro 1: Coleções (L) analisadas com seus respectivos autores e editoras.

Título	Autores	Editora
L1: Física Ciência e Tecnologia	CARLOS MAGNO A. TORRES, NICOLAU GILBERTO FERRARO, PAULO ANTONIO DE TOLEDO SOARES, PAULO CESAR MARTINS PENTEADO.	Moderna
L2: Física Contexto e Aplicações	ANTÔNIO MÁXIMO, BEATRIZ ALVARENGA, CARLA GUIMARÃES.	Scipione
L3: Física	BONJORNO, CASEMIRO, CLINTON, EDUARDO PRADO.	FTD
L4: Física aula por aula	BENIGNO BARRETO, CLAUDIO XAVIER.	FTD
L5: Compreendendo a Física	ALBERTO GASPAR	Ática
L6: Física Mecânica	GUALTER, HELOU, NEWTON.	Saraiva
L7: Física para o EM	FUKE, KAZUHITO	Saraiva
L8: Física	CARRON, GUIMARÃES, PIQUEIRA.	Ática
L9: Física e Contextos	ALEXANDER POGIBIN, MAURÍCIO PIETROCOLA, RENATA DE ANDRADE, TALITA RAQUEL ROMERO.	Editora do Brasil
L10: Ser Protagonista	ADRIANA BENETTI MARQUES VÁLIO, ANA FUKUI, ANA PAULA SOUZA NANI, BASSAM FERDINIAN, GLADSTONE ALVARENGA DE OLIVEIRA, MADSON DE MELO MOLINA, VENÉ.	SM
L11: Conexões com a Física	BLAIDI SANT'ANNA, GLORINHA MARTINI, HUGO, CARNEIRO REIS, WALTER SPINELLI.	Moderna
L12: Física: Interação e Tecnologia	AURELIO GONÇALVES FILHO CARLOS TOSCANO	Leya

Fonte: autoria própria (2020)

Análise e discussão dos dados.

A análise foi realizada nos exemplares de Física do volume 1 até o volume 3 do Ensino Médio. Nessa etapa, examinamos minuciosamente todos os livros da coleção, buscando identificar conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, se contêm atividades experimentais e quais os graus de direcionamento dessas atividades.

Observamos que os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, no geral, ainda são abordados somente no final do livro do volume 3. Além disso, percebemos que poucos exemplares trazem atividades experimentais relacionadas à FMC, como pode ser visto no quadro 2.

Quadro 2: Coleções que apresentam atividades experimentais e o respectivo grau de direcionamento das atividades.

Livros Analisados	Página e volume	Grau de direcionamento
L ₁	P. 261, V.3	Investigação
L ₂	P.261, V.3	Investigação
L ₅	P.232, 252, V.3	Investigação
L ₇	P. 234, V.3	Verificação
L ₇	P. 251, V.3	Investigação
L ₉	P. 279, V.3	Observação
L ₁₀	P. 240, V.3	Investigação
L ₁₀	P. 269, V.3	Verificação

Fonte: autoria própria (2020)

A seguir, faremos a discussão de algumas atividades encontradas a partir do grau de direcionamento.

- **Caracterização do L₁ e observância das atividades experimentais presentes nele: “Coleção Física Ciência e Tecnologia”.**

O livro apresenta uma unidade com o tema, Física Moderna e Contemporânea, contendo 49 páginas, abordando 29 conteúdos distribuídos em 4 capítulos: capítulo 5 que tem por tema relatividade especial; no 6, Física quântica; no 7, Física nuclear, e no 8, Tecnologia das Comunicações. No que diz respeito às atividades experimentais, o livro apresenta somente uma atividade a qual tem grau de direcionamento investigativo, pois, conforme Araújo e Abib (2003), ela proporciona ao aluno estabelecer relação com áreas afins e entre os conceitos, evidenciando os fenômenos do cotidiano a partir da manipulação de materiais.

- **Caracterização do L₂ e observância das atividades experimentais presentes nele: “Coleção Física Contexto e Aplicações”.**

Esse Livro contém uma unidade temática por nome Física Contemporânea, com apenas um capítulo, com o índice Teoria da relatividade e Física Quântica, contendo 4 conteúdos, os quais são: relatividade: antecedentes históricos, a teoria

da relatividade especial, a teoria da relatividade geral e problemas que levaram ao surgimento da Física Quântica. Essa seção do livro possui 14 páginas. O Livro possui apenas uma atividade experimental na seção Pratique Física, com grau de direcionamento investigativo, em concordância Araújo e Abib (2003), esse tipo de experimento faz com que o aluno reflita acerca do fenômeno e relacionando-o com situações do cotidiano, a partir do manuseio dos materiais. Nesse sentido, entendemos que o aluno seja “gestor” do seu próprio conhecimento, para que este transforme o seu mundo.

- **Caracterização do L₅ e observância das atividades experimentais presentes nele: “Compreendendo a Física”.**

O livro contém uma unidade com o tema Física Moderna, com o capítulo 12 trabalhando relatividade, o capítulo 13 origens da Física Quântica e o 14 A nova Física. Essa unidade é composta por 33 páginas e 25 conteúdos, entre eles relatividade, espectroscopia, radioatividade, mecânica ondulatória e Física de partículas. Encontramos duas atividades experimentais, todas de caráter investigativo, conforme evidenciado por Araújo e Abib (2003). Entendo que o livro tem uma linguagem de fácil compreensão e as atividades experimentais podem ser facilmente executadas em sala de aula.

- **Caracterização do L₇ e observância das atividades experimentais presentes nele: “Coleção Física Para o Ensino Médio”.**

O presente livro apresenta uma unidade com o tema Física Moderna, organizado em 30 páginas, com três capítulos - capítulo 17 Teorias da relatividade, o 18 Teoria Quântica e o 19 Física Nuclear - distribuídos em 19 tópicos. O livro apresenta duas atividades experimentais: a primeira com característica de Verificação, pois, conforme Araújo e Abib (2003), esta procura verificar a validade de uma lei Física e seus limites de validade, e propõe um ensino mais realista, impedindo erros conceituais vistos em livros ou até mesmo relacionados aos nossos sentidos. A segunda atividade propõe a construção de um espectroscópio para investigação de um fenômeno, relacionando-o com conceitos estudados, a partir do manuseio de materiais de baixo custo. Isso possibilita ao aluno uma reflexão acerca dos fenômenos, ajudando-o a resolver questões com bases nos conceitos evidenciados e relacionados com áreas afins, bem como aguçar, neste aluno, o senso crítico, a reflexão, a abstração e generalização. Conforme Araújo e Abib (2003), essa atividade tem característica investigativa.

- **Caracterização do L₉ e observância das atividades experimentais presentes nele: “Coleção Física em Contextos”.**

O livro apresenta uma unidade com o tema Radiação e Matéria, contendo 52 páginas, com três capítulos que são: capítulo 8 A natureza da Luz, Capítulo 9 Estrutura da matéria e Capítulo 10 Partículas elementares. Essa unidade possui 17 conteúdos. No que diz respeito à atividade experimental, o livro contempla uma, a qual é apenas observação de um fenômeno e uma proposta de relacioná-lo com um fenômeno físico. Essa atividade proporciona ao aluno uma discussão acerca do fenômeno, estabelecendo hipóteses e conceitos a partir das análises e evidências dos fenômenos. De acordo com Araújo e Abib (2003), esse tipo de atividade, ao propor uma flexibilidade ao aluno, tem um grau de direcionamento e demonstração/observação abertos, aproximando-se muito da perspectiva investigativa.

- **Caracterização do L₁₀ e observância das atividades experimentais presentes nele: “Coleção Ser Protagonista”.**

O presente livro tem uma unidade 3 com o tema Física Moderna, a qual possui dois capítulos com os seguintes índices: O primeiro, A física do “muito pequeno”, e o segundo, A Física do “muito grande”. Essa unidade está distribuída em 15 conteúdos que são: estrutura da matéria, Física quântica, a Física das partículas elementares, o prêmio Nobel e Madame Curie, contribuições do pensamento físico, investigue o funcionamento de uma célula fotoelétrica, medidas astronômicas, modelos cosmológicos iniciais, estrelas, teoria da relatividade, modelo padrão do Universo, Einstein nos trópicos, um novo desafio para a Física: a unificação das forças fundamentais e a constante de Hubble. Contém 34 páginas e possui duas atividades experimentais, sendo a primeira, segundo Araújo e Abib (2003), de característica Investigativa, pois possibilita ao aluno estabelecer relação com os conceitos estudados e os fenômenos observados a partir do manuseio de materiais, resolver questões com base nos conceitos físicos e explicar o desenvolver dos experimentos, relacionando-os com outras áreas do conhecimento e testando hipóteses. Já a segunda, conforme Araújo e Abib (2003), apresenta um grau de direcionamento de verificação, pois a atividade procura verificar a validade de uma lei Física e também seus limites de validade. A relevância da mesma é que possibilita a interpretação de algum parâmetro que delibera o andamento dos princípios físicos analisados, colaborando com um ensino mais realista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A presente pesquisa teve como foco de estudo as doze coleções de livros didáticos de Física indicados pelo PNLD 2018, para análise de aspectos relacionados às atividades experimentais nos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Podemos perceber que, de um total de 36 exemplares, apenas 6 apresentam atividades experimentais e de forma muito “tímida”, ou seja, existem poucas atividades experimentais nos livros didáticos sobre a FMC.

Destaca-se que os 6 livros são o volume 3 de cada coleção, isso é um indicativo que os conteúdos de FMC permanecem no final do terceiro volume dos livros de física. As atividades experimentais que identificamos nos livros analisados trazem um caráter mais de investigação, pois, segundo Araújo e Abib (2003), essa característica promove uma reflexão mais profunda acerca da ciência, mais propriamente a Física.

Enfim, é preciso concentrar esforços no desenvolvimento de atividades experimentais para tópicos de FMC, embora sejam conteúdos mais abstratos e contra-intuitivos. Ademais, faz-se necessário que os pesquisadores da área de Ensino de Ciências, mais propriamente a Física, continuem produzindo aporte didático, pois esta é uma das maneiras para que se tenha um ensino significativo e que alcance toda comunidade escolar. Salientamos, ainda, que é plausível trabalhar com esforço na formação dos professores nas escolas, tendo em vista que sua formação influenciará muito na escolha do material didático a ser trabalhado, bem como nas modificações e cuidados maiores na elaboração dos livros didáticos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Física**, v. 25, n. 2: p. 176-194, jun. 2003.
- BARROS, P. R. P.; HOSOUME, Y. Um Olhar Sobre As Atividades Experimentais nos Livros Didáticos de Física. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008**.
- BATISTA, C. A. dos S.; SIQUEIRA, M. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 3, p. 880-902, dez. 2017.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**, Brasília: MEC. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Volume 2 – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, p. 9-30, jan. 2004.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- DOMINGUINI, L. **O Conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós graduação em educação da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGEUNESC), Criciúma, 2010.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.
- MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio. **Ciência & Educação**. v. 15, n.3, 2009, p. 557-580.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.
- RODRIGUES, C.D.O. **Inserção da Teoria da relatividade no ensino médio: Uma nova proposta**. Florianópolis, curso de pós-graduação em educação – UFSC, 2001 Dissertação de Mestrado.
- TERRAZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.
- ZÔMPERO, A.F.; LABURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v.13, n.03, p.67-80, set/dez. 2011.

OS POSTULADOS DE BOHR: DO SABER SÁBIO AO SABER-A-ENSINAR¹

THE BOHR'S POSTULATES: FROM SCIENTIFIC KNOWLEDGE TO SCIENTIFIC TO BE TAUGHT

Alexandre Campos¹, Archidy Trigueiro Britto Lyra de Noronha Picado²

¹Universidade Federal de Campina Grande/Unidade Acadêmica de Física/alexandre.campos@df.ufcg.edu.br

²Universidade Federal de Campina Grande/Unidade Acadêmica de Física/archidyng@gmail.com

Resumo

O Trabalho apresenta, compara e busca analisar aspectos da transposição didática externa de um conteúdo de Física Moderna e Contemporânea, qual seja, os postulados de Bohr. O referencial teórico adotado foi a Teoria da Transposição Didática (Chevallard, 1991). A pergunta que se buscou responder foi: qual (is) regras da transposição didática prevalece (m) numa ao se cotejar o saber sábio e o saber a ensinar para os postulados de Bohr? A metodologia consistiu na leitura e recorte no que dizia respeito aos postulados, presentes num artigo original (Bohr, 1913) e sua comparação com os postulados presentes em um livro didático do Ensino Médio (Pietrocola et al, 2010). Os postulados foram organizados num quadro comparativo, de modo facilite sua comparação, entre seu tratamento no artigo e seu tratamento no livro didático. Tal comparação aponta para um distanciamento epistemológico, que pode ser compreendido à luz das regras da Teoria da Transposição Didática.

Palavras-chave: Teoria da Transposição Didática. Ensino de Física Moderna e Contemporânea. Postulados de Bohr. Livro Didático. Formação de Professores.

Abstract

The aim of the paper is to present, to compare and to analyze aspects of the external didactic transposition about one content on Modern and Contemporary Physics, the Bohr's postulates. Our framework was the Didactical Transposition Theory (Chevallard, 1991). The work was interested answer the follow question: how the didactical transposition rules presents it when it is compared on the scientific knowledge and on the scientific to be taught (the Bohr's postulates)? For this, the methodology adopted was to take little parts from the original Bohr's paper (Bohr, 1913) and it compares it into the postulates presents in one high school didactic book utilized in Brazil (Pietrocola et al, 2010). The postulates were organized on the comparative table to that could be perceive how the postulates presents itself on the original paper and how presents itself on the didactical book. It was possible perceive an epistemological distance from this face-to-face analysis. The works suggests which the distance could be understand in accordance with the Didactical Transposition Theory.

¹ Trata-se de adaptação de pesquisa realizada para Trabalho de Conclusão de Curso.

Keywords: Didactical Transposition Theory. Modern and Contemporary Physics Teaching. Bohr's Postulates. Didactical Book. Teacher in pre-service.

Introdução

Diferentemente das dificuldades encontradas até o final da década de 1990, o Ensino da Física Moderna e Contemporânea (FMC) é hoje uma realidade possível. A pertinência dessa afirmação pode ser verificada através da elaboração de materiais didáticos desses conteúdos e sua implementação em aulas de física do Ensino Médio (EM). Exemplos dessas elaborações podem ser encontrados em trabalhos como os de Brockington (2005), ao tratar da dualidade onda-partícula, de Siqueira (2006), ao tratar das partículas elementares e de Rodrigues, Sauerwein e Sauerwein (2014) ao propor a inserção da relatividade a partir do GPS.

Esse movimento, para a inserção da FMC no EM, passou a se refletir também nos livros didáticos. O espaço que antes era dedicado apenas a pequenos enxertos, seja na forma de citações históricas, seja na forma de aplicações da FMC, passaram a aparecer de maneira mais sistematizada em livros mais atualizados. No âmbito da pesquisa, outras propostas para a inserção desses conteúdos continuavam sendo apresentadas e discutidas (BATISTA, SIQUEIRA, 2017; PESSANHA, PIETROCOLA, 2016; RODRIGUES, SAUERWEIN, SAUERWEIN, 2014). A preocupação com o papel do professor, agente sensível para o sucesso das implementações, também é/foi objeto de discussão em vários trabalhos (ROCHA, RICARDO, 2016; MONTEIRO, NARDI, BASTOS FILHO, 2013; REZENDE JÚNIOR, CRUZ, 2009).

Artigo publicado em 2014, por Silva e Errobidart, apresentou o panorama dos trabalhos relacionados ao efeito fotoelétrico. Foram encontrados 41 trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais, no período de 2000 até 2014. Segundo os autores, “a maioria dos trabalhos publicados relatam propostas a serem utilizadas em sala de aula mediante utilização de simulação computacional ou experimentação ou aspectos de História e Filosofia da Ciência (HFC)” (SILVA e ERROBIDART, 2014, p. 2). Ainda segundo os autores, a investigação de aspectos sobre “o processo de construção dos conceitos físicos presentes no modelo corpuscular para a luz” (SILVA e ERROBIDART, 2014, p. 2) têm sido explorada por poucos investigadores.

Tal constatação parece se estender para outros conteúdos da FMC. Se, de um lado, a possibilidade de inserção da FMC no EM serviu de gatilho para novas investigações; de outro lado, aspectos acerca do processo de construção de outros conteúdos deixaram de ser examinados. É o caso, por exemplo, de aspectos relacionados aos postulados de Bohr. Pode-se pensar em aspectos acerca da construção dos conteúdos em 3 contextos: 1) o contexto de construção histórica, onde os conteúdos são originalmente construídos; 2) o contexto de construção didática, objeto de interesse dos que se interessam em elaborar e implementar os conteúdos e; 3) o contexto psicológico, objeto que interessa à aprendizagem e ao desenvolvimento.

A compreensão de cada uma dessas construções requer aprofundamento em teorias específicas para aquele contexto. Assim, por exemplo, para se investigar como ocorre a construção no nível psicológico se deve recorrer a algum referencial teórico específico para esse contexto, por exemplo, a Teoria dos Campos

Conceituais. Para se investigar o contexto da construção didática se deve recorrer a algum suporte teórico da didática, como, por exemplo, ideias desenvolvidas para o Ensino por Investigação. Para se investigar sua construção histórica se deve recorrer aos métodos desenvolvidos e utilizados na História das Ciências, contando com os textos primários (cartas, artigos, rascunhos, livros etc) e textos secundários.

Ao se abrir mão do contexto psicológico, pode se perguntar: como aspectos dos conteúdos presentes no contexto histórico se apresentam no contexto didático²? Considerando que o interesse do trabalho são os postulados de Bohr, a pergunta a ser feita é: como aspectos dos postulados de Bohr aparecem num artigo original e como tais postulados aparecem em um livro didático atualizado? Assim, o que se propõe aqui é apresentar, comparar e analisar aspectos destes conteúdos, no contexto histórico e no contexto didático. O referencial teórico utilizado foi a Teoria da Transposição Didática.

Metodologia

A investigação se deu a partir da comparação dos postulados, presentes em um artigo original, dos postulados, presentes num livro didático atualizado. O artigo original utilizado foi *On the Constitution of Atoms and Molecules* (BOHR, 1913) e o livro didático utilizado foi Física em Contextos: pessoal, social e histórico (PIETROCOLA et al, 2010). A partir do texto original, Saber Sábio, foi feito um recorte de fragmentos. Foram encontrados, no total, 10 fragmentos pertinentes aos postulados. Como se espera, tal recorte não foi necessário na Esfera do Saber a Ensinar, já que ali os postulados se apresentam de maneira organizada.

A seguir, os fragmentos recortados e os postulados presentes no livro foram dispostos numa tabela. Cada fragmento apresenta aspectos de um ou de mais de um postulado. Assim, por exemplo, no fragmento X pode ser possível encontrar aspectos do postulado 1 e do postulado 2, ao passo que no fragmento Y pode ser encontrado apenas aspectos do postulado 2. Optamos por apresentar cada fragmento, de modo a facilitar sua análise comparativa. No artigo original, eles aparecem de maneira esparsa, sem nenhuma numeração. A partir dessa tabela comparativa, foi possível analisar como os conteúdos se apresentam na Esfera do Saber Sábio e na Esfera do Saber a Ensinar.

A Teoria da Transposição Didática

A TTD foi desenvolvida pelo didata francês Yves Chevallard (1985). Segundo Chevallard, a TTD deve ser entendida como um processo no qual determinado saber científico sofre transformações adaptativas para um novo saber, presente em sala de aula. Chevallard identifica três esferas do saber: a do Saber Sábio, a do Saber a Ensinar e a do Saber Ensinado.

As esferas do saber

É dentro de cada esfera que determinado saber é validado. Cada uma delas atua em seu próprio domínio, com as seguintes definições:

² Estamos limitando o contexto didático apenas à passagem dos conteúdos desde a esfera do Saber Sábio até a esfera do Saber a Ensinar. Outros aspectos, como a passagem do Saber a Ensinar para o Saber Ensinado, não foram objeto da investigação.

Esfera do Saber Sábio: É onde se encontra o saber do cientista. É o resultado do trabalho do cientista ou intelectual relativo a uma forma de entendimento sobre a realidade.

Saber-a-Ensinar: É a reconstrução do Saber Sábio para o ambiente escolar. Nessa esfera, o saber se encontra de forma compreensível e didática, a fim de ser incorporado pelo sistema didático.

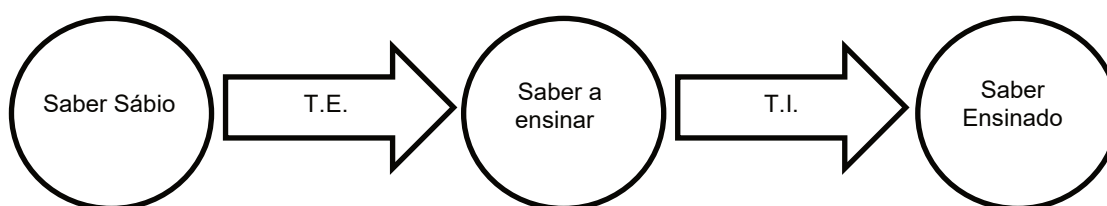
Saber Ensinado: Dá-se na relação entre professor e aluno. É o saber efetivamente transmitido durante em ambiente escolar.

Para uma análise mais abrangente no que diz respeito à TTD e como ela se relaciona com as esferas do saber, Machado (2010) escreve:

[...] é evidente que o saber científico deveria contribuir também para o desenvolvimento crítico do aluno, dando prioridade aos valores éticos da educação. A finalidade educacional desse saber científico deve estar voltada, assim, para questões mais essenciais do plano social (MACHADO, 2010, p.23).

A **figura 1**, abaixo, representa as esferas e as respectivas transformações ocorridas entre elas.

Figura 1 – Transposição ocorrida entre os saberes (Fonte: o autor)



Entre as três esferas há duas setas, representando as duas transposições que ocorrem entre elas. A primeira transposição é a que ocorre entre o Saber Sábio e o Saber-a-Ensinar, a qual Chevallard chama de Transposição Externa (T.E). A segunda transposição que ocorre entre o Saber-a-Ensinar e o Saber Ensinado é chamada de Transposição Interna (T.I).

Segundo Chevallard, a condução da prática de ensino é baseada em critérios de avaliações, baseado num sistema mais amplo, no qual as escolas fazem parte. Por isso, é importante que as transformações tenham uma linguagem pedagógica diretamente vinculada ao aluno. Isso não significa que a TTD trará garantia de sucesso ao aluno. A passagem do saber nem sempre ocorre de maneira concisa, uma vez que sofre transformações com regras não tão bem definidas.

Regras da Transposição Didática

São cinco regras para a TTD: R1, Modernizar o saber escolar; R2, atualizar o saber a ensinar; R3, articular saber “velho” com “saber” novo; R4, transformar um saber em exercício e problemas; R5, tornar um conceito mais compreensível. Segue cada uma delas (adaptado de ALVES FILHO, 2000):

“R1, modernizar o saber escolar: Novas teorias, modelos e interpretações científicas e tecnológicas forçam a inclusão desses novos conhecimentos nos programas de formação (graduação) de futuros profissionais.

R2, atualizar o saber a ensinar: saberes ou conhecimentos específicos, que de certa forma já se vulgarizaram ou banalizaram, podem ser

descartados, abrindo espaço para introdução do novo, justificando a modernização dos currículos.

R3, articular saber “velho” com “saber” novo: a introdução de objetos de saber “novos” ocorre melhor se articulados com os antigos. O novo se apresenta como que esclarecendo melhor o conteúdo antigo, e o antigo hipotecando validade ao novo.

R4, transformar um saber em exercícios e problemas: o saber sábio, cuja formatação permite uma gama maior de exercícios, é aquele que, certamente, terá preferência frente a conteúdos menos “operacionalizáveis”. Essa talvez seja a regra mais importante, pois está diretamente relacionada com o processo de avaliação e controle da aprendizagem.

R5, tornar um conceito mais compreensível: conceitos e definições construídos no processo de produção de novos saberes elaborados, muitas vezes, com grau de complexidade significativo, necessitam sofrer uma transformação para que seu aprendizado seja facilitado no contexto escolar” (ALVES FILHO, 2000, p.52).

Outra característica da TTD, além de suas regras, é a operacionalidade, relacionado a um saber que gere exercícios, produza atividades e tarefas que possam ser tratadas, em sala de aula. Caso o saber não seja operacional, será incompatível à realidade do cotidiano escolar.

Quadro Comparativo para a transposição externa

Apresentamos aqui o quadro comparativo dos postulados presentes no artigo original (saber sábio) e no livro didático (saber a ensinar).

Quadro 1 – Quadro comparativo da Transposição Externa dos postulados de Bohr (Fonte: O Autor)

Saber Sábio	Saber-a-Ensinar
Fragmento 1: [...] Vamos, primeiro, assumir que há radiação de energia. Neste caso, o elétron descreverá órbitas elípticas estacionárias. A frequência da revolução e o eixo maior da órbita dependerão da quantidade de energia que deve ser transferido para o sistema, a fim de remover o elétron a uma distância infinitamente grande além do núcleo (BOHR, 1913, p.3).	1ª Postulado: O elétron descreve uma órbita circular ao redor do núcleo pela ação da força elétrica, obedecendo às leis da Mecânica clássica (PIETROCOLA et al. 2010, p.409). 4º Postulado: Quando ocorre a transição de um elétron entre uma órbita e outra, há emissão de radiação eletromagnética cuja frequência é dada pela diferença de energia entre as camadas que cada raio orbital define e a constante de Planck (PIETROCOLA et al. 2010, p.409).
Fragmento 2: [...] um modelo de átomo como o de Rutherford, aparecerá muito claramente se considerarmos um sistema simples que consiste em um núcleo de carga positiva dimensões muito pequenas e um elétron descreve órbitas fechadas em torno dele (BOHR, 1913, p.3).	1º Postulado: O elétron descreve uma órbita circular ao redor do núcleo pela ação da força elétrica, obedecendo às leis da Mecânica clássica (PIETROCOLA et al. 2010, p.409).
Fragmento 3: [...] o ponto essencial da teoria da radiação de Planck é que a energia de radiação de um sistema atômico não ocorre de maneira contínua assumido na eletrodinâmica comum (BOHR, 1913, p.4).	2º Postulado: O elétron se move somente em órbitas cujo momento angular é múltiplo inteiro da constante de Planck dividida por 2π . Com isso, o elétron não pode ocupar infinitas órbitas ao redor do núcleo, apenas alguns particulares (PIETROCOLA et al. 2010, p.409).
Fragmento 4: [...] Vamos supor ainda que o elétron se estabeleceu em um estado estacionário em torno do núcleo. Por razões referidas, posteriormente, que a órbita em questão é circular (BOHR, 1913, p.4).	1ª Postulado: O elétron descreve uma órbita circular ao redor do núcleo pela ação da força elétrica, obedecendo às leis da Mecânica clássica (PIETROCOLA et al. 2010, p.409).
Fragmento 5: [...] As relações entre as frequências	2º Postulado: O elétron se move somente

<p>correspondentes às linhas em questão são comparadas com as proporções entre frequências correspondentes aos diferentes modos de vibração do anel de elétrons. A rotação do anel é igual a um múltiplo inteiro da constante de Planck (BOHR, p. 7, 1913).</p>	<p>em órbitas cujo momento angular é múltiplo inteiro da constante de Planck dividida por 2π. Com isso, o elétron não pode ocupar infinitas órbitas ao redor do núcleo, apenas alguns particulares (PIETROCOLA et al., 2010, p.409).</p>
<p>Fragmento 6: [...] Os diferentes estados estacionários correspondem à emissão de um número diferente de quanta de energia de Planck, e que a frequência da radiação emitida durante a passagem do sistema de um estado em que ainda não há energia irradiada, para um dos estados estacionários, é igual a metade da frequência de revolução do elétron no último estado (BOHR, p.7, 1913).</p>	<p>4º Postulado: Quando ocorre a transição de um elétron entre uma órbita e outra, há emissão de radiação eletromagnética cuja frequência é dada pela diferença de energia entre as camadas que cada raio orbital define e a constante de Planck (PIETROCOLA et al., 2010, p.409). 2º Postulado: O elétron se move somente em órbitas cujo momento angular é múltiplo inteiro da constante de Planck dividida por 2π. Com isso, o elétron não pode ocupar infinitas órbitas ao redor do núcleo, apenas alguns particulares (PIETROCOLA et al., 2010, p.409).</p>
<p>Fragmento 7: [...] nos cálculos do equilíbrio dinâmico, em um estado estacionário em que não há deslocamento relativo das partículas, não precisamos distinguir entre os movimentos reais e seus valores médios. (BOHR, p.7, 1913).</p>	<p>1º Postulado: O elétron descreve uma órbita circular ao redor do núcleo pela ação da força elétrica, obedecendo às leis da Mecânica clássica (PIETROCOLA et al., 2010, p.409).</p>
<p>Fragmento 8: [...] um átomo de hidrogênio consiste simplesmente de um único elétron girando em torno de um núcleo positivo (BOHR, p.7, 1913).</p>	<p>1º Postulado: O elétron descreve uma órbita circular ao redor do núcleo pela ação da força elétrica, obedecendo às leis da Mecânica clássica (PIETROCOLA et al., 2010, p.409).</p>
<p>Fragmento 9: [...] O diâmetro da órbita do elétron nos diferentes estados estacionários é proporcional a $n=2$. Para $n=12$, o diâmetro é igual a $1,6 \cdot 10^{-6}$ cm, ou igual a distância média entre as moléculas de um gás a uma pressão de cerca de 7mm de mercúrio; para $n=33$ o diâmetro é igual a $1,2 \cdot 10^{-5}$ cm, correspondente à distância média das moléculas a uma pressão de cerca de 0,02mm de mercúrio (BOHR, p. 9, 1913).</p>	<p>4º Postulado: Quando ocorre a transição de um elétron entre uma órbita e outra, há emissão de radiação eletromagnética cuja frequência é dada pela diferença de energia entre as camadas que cada raio orbital define e a constante de Planck (PIETROCOLA et al., 2010, p.409). 1º Postulado: O elétron descreve uma órbita circular ao redor do núcleo pela ação da força elétrica, obedecendo às leis da Mecânica clássica (PIETROCOL et al. p.409, 2010).</p>
<p>Fragmento 10: [...] A fim de dar conta da lei de Kirchhoff, é necessário introduzir suposições sobre o mecanismo de absorção de radiação que corresponde àqueles que temos usado considerando a emissão. Assim, devemos supor que um sistema constituído de um núcleo e um elétron girando em torno dele sob certas circunstâncias pode absorver uma radiação de frequência igual à frequência de radiação homogênea emitida durante a passagem do sistema entre estados estacionários diferente (BOHR, p. 15. 1913).</p>	<p>4º Postulado: Quando ocorre a transição de um elétron entre uma órbita e outra, há emissão de radiação eletromagnética cuja frequência é dada pela diferença de energia entre as camadas que cada raio orbital define e a constante de Planck (PIETROCOLA et al., 2010, p.409).</p>

Algumas considerações

O primeiro ponto a se observar na tabela comparativa é a maneira e a linguagem como os postulados são encontrados no artigo original (saber sábio) e

como se apresentam no livro didático (saber a ensinar). No artigo, os postulados aparecem de maneira dispersa, em pequenos trechos. No livro didático, os postulados aparecem de maneira organizada.

O segundo aspecto diz respeito ao esforço para apresentar as hipóteses. Enquanto no saber sábio, o autor argumenta no sentido de buscar apoio em outras observações e/ou hipóteses do mesmo campo conceitual da época, o livro didático coloca as hipóteses sem nenhum tipo de esforço, no sentido de demonstrar a validade/razão de cada uma delas. A linguagem utilizada, numa esfera e na outra, também serve de parâmetro para distinguir a intencionalidade presente no saber sábio e a presente no saber a ensinar.

Esses dois pontos, no que diz respeito à organização dos postulados e no que diz respeito ao esforço para a demonstração da validade, pode ser percebido na medida em que é possível encontrar indícios de mais de um postulado num fragmento (como é o caso dos fragmentos 1, 6 e 9) e vice-versa.

Assim, no sentido de se responder a pergunta colocada no resumo, “qual(is) regras da transposição didática prevalece(m) numa ao se cotejar o saber sábio e o saber a ensinar para os postulados de Bohr?”, podemos indicar a prevalência das regras R1 (modernizar o saber escolar) e R5 (tornar um conceito mais compreensível), para o recorte que consideramos fazer no trabalho.

Chevallard e Jehsua (1992) afirmam que tornar um conceito mais compreensível é outra característica importante durante o processo de transposição. Isso quer dizer que determinado saber, ainda na esfera do Saber Sábido, deve permitir que haja uma criatividade didática, para que seja transposto para o contexto escolar. Isso implica a criação de um saber com identidade própria do contexto escolar. Desse ponto de vista, o conjunto de saberes-a-ensinar, presente nos programas escolares, em determinado momento histórico, é a soma de sucessos alcançados pela área no processo de transposição (CHEVALLARD E JEHSUA apud ALVES FILHO, 2000, p.52).

No que diz respeito às outras regras seria necessário que se analisasse com mais cuidado outros aspectos. Um desses aspectos diz respeito ao processo de descontextualização e de recontextualização. A compreensão do contexto histórico e social no qual se encontravam aqueles envolvidos originalmente com os postulados poderia favorecer alguns pontos árdios no saber a ensinar, como é o caso de se construir um bom problema no contexto didático. É nesse sentido que se coloca a R4 (transformar um saber em exercícios e problemas).

Por fim, vale destacar que, a exemplo do que afirmam Silva e Errobidart (2014) sobre o modelo corpuscular, o processo de construção dos conceitos físicos, no que circunda o campo conceitual envolvendo os postulados de Bohr também é pouco investigado.

Referências

ALVES FILHOS, José de Pinho. Regras da Transposição Didática aplicadas ao laboratório didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física. v. 17 (2), 2000.

BATISTA, Carlos Alexandre dos Santos; Siqueira, Maxwell Roger da Purificação. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2017, v. 34 (3), pp. 880-902.

BOHR, Niels. On the Constitution of Atoms and Molecules, 1913.

BROCKINGTON, José Guilherme de Oliveira. A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio. São Paulo, 2005. Dissertação (mestrado). Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo – USP.

CHEVALLARD, Yves. La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado. 1ª ed. Argentina: La Pensée Sauvage, 1991.

MACHADO, Silvia Dias Alcântara. Educação matemática: Uma (nova) introdução. Ed. Editora da PUC-SP, 2010.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto, BASTOS FILHO, Jenner Barreto. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e a formação de professores: desencontros com a ação comunicativa e a ação dialógica emancipatória. Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, 2013, v. 8 (1), pp. 1-13.

PESSANHA, Márlon; PIETROCOLA, Maurício. O ensino de estrutura da matéria e aceleradores de partículas: uma pesquisa baseada em design. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2016, V. 16 (2), pp. 361-388.

PIETROCOLA, Maurício et al. Física em contextos: pessoal, social e histórico. v. 3. São Paulo: FTD, 2010.

REZENDE JÚNIOR, Mikael Frank; CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Física moderna e contemporânea na formação de licenciandos em física: necessidades, conflitos e perspectivas. Ciência & Educação, 2009, v. 15 (2), pp. 305-321.

ROCHA, Diego Marcell; RICARDO, Élio Carlos. As crenças de autoeficácia e o ensino de Física Moderna e Contemporânea. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2016, v. 33 (1), pp. 223-252.

RODRIGUES, Carla Moraes, SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt, SAUERWEIN, Ricardo Andreas. Uma proposta de inserção da teoria da relatividade restrita no Ensino Médio via estudo do GPS. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2014, v. 36 (1).

SILVA, Ronivan Sousa da; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães. Sobre as pesquisas relacionadas ao ensino do efeito fotoelétrico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. 2015. v. 32 (3), pp. 618-639.

SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação. Do visível ao invisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio. São Paulo, 2006. Dissertação (mestrado). Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo – USP.

Linha 7

Linguagem e Cognição no ensino de Física

Apresentações Orais

Abordagens e interações discursivas;
argumentação, leitura e escrita no ensino
e aprendizagem dos conceitos de Física;
letramento e alfabetização científica.

ELEMENTOS PARA ANÁLISES DE TEXTOS QUE CIRCULAM CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS: UMA PERSPECTIVA TEÓRICA A PARTIR DA RELAÇÃO ENTRE EPISTEMOLOGIA E LINGUAGEM

ELEMENTS FOR ANALYSIS OF TEXTS THAT CIRCULATING SCIENCE KNOWLEDGE: A THEORETICAL PERSPECTIVA FROM THE RELATIONSHIP BETWEEN EPISTEMOLOGY AND LANGUAGE

Joselaine Setlik¹, Henrique César da Silva²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, joselaine.setlik@posgrad.ufsc.br

² Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Metodologia de Ensino-CED-UFSC e PPGET-UFSC, henrique.c.silva@ufsc.br

Resumo

Diversos textos sobre ciência perpassam todas as instituições de ensino, além do cotidiano dos indivíduos, pelas popularizações do saber. Sendo assim, o desenvolvimento de habilidades de leitura de textos também é um dos objetivos da Educação Científica. Compreender as formas dos diversos textos que circulam conhecimentos científicos pode potencializar a sua criação, seu uso e as práticas de leituras nos contextos de ensino-aprendizagem. Pensadores do campo da epistemologia acentuam uma relação entre a construção dos conhecimentos científicos e a linguagem, sobretudo, quando se compreende que a produção da ciência possui caráter social – os textos constituem os conhecimentos. Neste estudo, na perspectiva deste entremeio entre epistemologia e linguagem, buscamos diálogos entre as teorias de Ludwik Fleck e Mikhail Bakhtin para elaborar uma sequência de questões para análise de textos que circulam conhecimentos da Física. Esta abordagem teórica pode possibilitar a pesquisadores e professores, do Ensino Superior ou Educação Básica, melhor compreender os materiais textuais que circulam conhecimentos científicos para assim integrar tais materiais e reflexões às práticas de ensino, com mediações adequadas.

Palavras-chave: Fleck, Bakhtin, Epistemologia, Linguagem, Análise de textos.

Abstract

Several texts on science permeate all educational institutions, beyond the daily lives of individuals, through the popularization of the saber. Thus, developing the ability to read texts is also one of the goals of Science Education. Understanding how forms of various texts that circulate scientific knowledge can enhance their creation and use in teaching-learning contexts. Thinkers in the field of epistemology concentrate a relationship between the construction of scientific knowledge and language, especially when it is understood that the production of science has social characters - the texts produced the knowledge. In this study, with the perspective of entering epistemology and language, we seek approximations between the theories of Ludwik Fleck and Mikhail Bakhtin to elaborate a sequence of questions for texts

analysis for the circulation physics knowledge. This theoretical approach can enable teachers and researchers, Higher Education or Basic Education, to better understand the textual materials that circulate scientific knowledge to integrate such materials and reflections in teaching practices, with appropriate mediations.

Keywords: Fleck, Bakhtin, Epistemology, Language, Texts Analysis.

Introdução

A leitura de diferentes tipos de textos também constitui o ensino de Ciências da Natureza, inclusive da Física, na Educação Básica (ALMEIDA; RICON, 1993; SILVA, 1997) e no Ensino Superior (RODRIGUES, 2015; LIMA, ALMEIDA, 2012). No contexto atual, a literatura sobre leitura, uso e funcionamento de textos em Ciências é bastante diversificada e extensa (SILVA, 2013). Entretanto, poucos estudos integram à perspectiva da leitura no ensino a análise da materialidade dos textos que circulam conhecimentos científicos. Compreender as formas dos diversos textos da Ciência pode potencializar a sua criação, seu uso e práticas de leitura nos diversos contextos de ensino-aprendizagem. Como Silva (2013) coloca, com base em Orlandi, as formas dos textos não são indiferentes aos sentidos que podem ser gerados na leitura, assim a formação do leitor precisa ser pensada também para tais formas (também relacionadas a contextos).

No caso da ciência, estudos apontam que a produção textual pode ser compreendida como constitutiva do conhecimento e não apenas um meio de comunicação dos produtos da Ciência. Diversos pensadores do campo da epistemologia e estudos da ciência, entre eles, Bruno Latour, Thomas Kuhn e Ludwik Fleck, acentuam uma relação entre linguagem e construção de conhecimentos. Daí a importância de pensar os textos na Ciência e no Ensino de Ciências no entremeio entre teorias dos campos da epistemologia e da linguagem. Alguns trabalhos da literatura, centrados na Educação Científica, discutem articulações entre discurso e epistemologia. Silva (2017), por exemplo, articula o discurso em Foucault com a epistemologia de Kuhn, envolvendo a noção de textualização. O estudo supracitado propõe a textualização como uma categoria analítica central para a articulação entre abordagem discursiva e abordagem epistemológica, já que “desloca as análises dos “conteúdos” dos textos, para as relações entre forma textual, conteúdo e determinações socio-históricas” (SILVA, 2017, p.3547). Outros estudos abordam o discurso (principalmente a partir da Análise de Discurso Francesa) e a epistemologia de Fleck (BARROS, 2011; NASCIMENTO, 2005). Outros ainda utilizam Fleck e Bakhtin conjuntamente, embora sem estreitar as relações das teorias, para realizar análises de materiais simbólicos (SANGIOGO; MARQUES, 2015).

A teoria de Bakhtin vem sendo utilizada, como base para propostas de “caminhos analíticos”, na pesquisa em Educação em Ciências para a análise de textos e interações em sala de aula (VENEU, FERRAZ, REZENDE, 2015; LIMA et al., 2019). Acreditamos que, quando pensamos especificamente textos sobre Ciência, inclusive da Física, tais dispositivos podem ainda incorporar elementos de teorias epistemológicas para melhor compreender a forma específica desses enunciados.

Neste estudo, almejando estreitar essas relações, pensamos a epistemologia de Ludwik Fleck, que enfatiza aspectos sociais na construção dos

conhecimentos científicos, em proximidade de uma concepção dialógica de mundo, convergindo com a teoria da linguagem de Mikhail Bakhtin. Mais especificamente, na perspectiva do entremeio linguagem-epistemologia, buscamos dois objetivos complementares: articular elementos das teorias de Fleck e Bakhtin, e derivar desta articulação questões-guia para análise e mediações de textos em situações de ensino.

Possíveis diálogos entre elementos das teorias de Ludwik Fleck e Mikhail Bakhtin

Fleck e Bakhtin teorizam em distintos campos de conhecimento: aquele pensa a construção/produção do conhecimento científico, enquanto este o dinamismo da criação verbal. Contudo, ambos almejam uma abordagem com viés sociológico para o seu objeto de estudo, de tal forma que se tornam possíveis vários entrecruzamentos de conceitos entre as teorias.

Um dos pontos de semelhança entre estas duas teorias é a concepção de evolução dos conceitos por transformações que criam novos sistemas; no caso Bakhtin pensando explicitamente a língua e Fleck as nossas crenças científicas. Ambos os autores apontam que pode existir incomensurabilidade entre tais sistemas quando estes passam por transformações. Fleck (2010) enxerga na construção dos conhecimentos uma época clássica, onde há certa acumulação do saber que apenas reforça o estilo de pensamento vigente, todavia os deslizes e as complicações internas podem manifestar a época das complicações (na qual se enxergam as exceções ao estilo de pensamento). A partir das complicações pode ocorrer uma real ruptura com a época clássica, ou seja, uma transformação no sistema de crenças. Mesmo com o vínculo a ideias passadas (como as protoideias que podem persistir) é criado um novo sistema, que não se entende com o anterior. Assim também Bakhtin (2014) enxerga as transformações no sistema da língua. A criação de novas palavras, que podem inclusive advir de erros e desvios quando estes encontram um terreno favorável de analogia, mantêm uma relação com a história da língua ao mesmo tempo em que criam um novo sistema, isso porque o sistema criado não se entende com o anterior. Os sistemas se tornam essencialmente diferentes (BAKHTIN/VOLOCHÍNOV, 2014). Dos dois autores, concluímos que não só a língua, mas também nossas crenças encontram-se num processo dinâmico, e não estático como possa parecer.

Fleck quando tece reflexões sobre a transformação de estilos de pensamento traz referências explícitas à linguagem. Para ele existe uma “matização das palavras” (vocabulários específicos) (FLECK, 2010, p.98) relacionada ao estilo de pensamento, além das formas específicas de textos que movimentam as ideias dentro e fora do coletivo de pensamento – pelas trocas intra e intercoletivas. A palavra, para Fleck, é um bem intercoletivo, que adquire sentido apenas em relação a um campo, no qual recebe uma orientação específica, distinta dos outros campos. A circulação das palavras em diferentes coletivos (tráfego intercoletivo) pode trazer uma “alteração dos valores de pensamento” (FLECK, 2010, p.161). Nos deslizes e deslocamentos das palavras pode surgir o novo. Isso porque, o receptor nunca entende as palavras da forma que o emissor quer que tais palavras sejam entendidas.

Essa ideia parece se aproximar da teoria bakhtiniana que compreende existir uma assimetria entre os sujeitos¹ e, portanto, a compreensão ser essencialmente ativa, responsável, já que implica sempre uma contrapalavra (interpretação) à palavra do emissor. Para Bakhtin as palavras são neutras. Isso porque o sentido apenas aparece se houver uma orientação específica de um campo (BAKHTIN/VOLOCHÍNOV, 2014). As palavras se movimentam em diferentes campos e, por isso, estão repletas de fios ideológicos, tornam-se arena de disputa entre diferentes índices de valor (BAKHTIN/VOLOCHÍNOV, 2014).

Outro ponto de diálogo entre as duas teorias está diretamente relacionado ao aspecto social, que ambas enfatizam. Fleck destaca a importância do coletivo e estilo de pensamento, como categorias inter-relacionadas, para se compreender a construção de fatos científicos. Para isso, ele toma a ideia de coletivo de pensamento não como uma categoria substancial, já que ela não se confunde com um grupo ou classe fixa, mas como uma categoria funcional, pois qualquer troca entre indivíduos que compartilham uma forma de pensar pode ser considerada um coletivo de pensamento. Assim o aspecto definidor do que se trata um coletivo está em os indivíduos de uma interação concordar sob uma inclinação específica ao pensar algo, ou melhor, necessariamente os indivíduos precisam compartilhar um estilo de pensamento. Não obstante, Fleck (2010) acredita existir dois tipos de coletivos: os momentâneos (das trocas rápidas e cotidianas) e os relativamente estáveis, este último formado em torno de organizações sociais e, por isso, mais propícios para a análise dos estilos de pensamento. Ele menciona também a existência de círculos, sendo o esotérico composto por profissionais e especialistas, enquanto o exotérico composto por leigos mais ou menos instruídos.

Bakhtin (2011), por sua vez, não usa o termo “coletivo de pensamento”, mas ao pensar os gêneros discursivos, ele pontua a existência de dois tipos de “esferas”: a esfera do cotidiano (das trocas rápidas e cotidianas) e a esfera ideológica, que pode ser da arte, ciência, moral, religião, etc. Daí Bakhtin (2011) desenvolve a ideia de gêneros primários e secundários, de tal forma que estes últimos absorvem e transmitem os primários. A esfera ideológica necessita da esfera do cotidiano para cristalizar os seus conceitos, ao mesmo tempo em que a esfera do cotidiano é influenciada pelas esferas ideológicas (BAKHTIN/VOLOCHÍNOV, 2014).

Enquanto os gêneros do cotidiano, em sua maioria, estão inseridos em alternâncias reais de sujeitos, no diálogo real, nos diversos gêneros secundários não há uma alternância real/imediata dos sujeitos dos discursos - esta se aproxima mais de uma abstração. Os gêneros secundários do discurso, principalmente os retóricos, podem inclusive incorporar aspectos dos gêneros do cotidiano, e isso acontece em algumas modalidades de popularização científica: frequentemente o autor coloca questões em seu enunciado que, em seguida, ele mesmo responde, “faz objeções a si mesmo e refuta suas próprias objeções, etc.” (BAKHTIN, 2011, p.276). Bakhtin pontua a esfera do cotidiano (psicologia social) como a fonte da criatividade da esfera ideológica, além de ser responsável pela cristalização dos conceitos ideológicos. Por sua vez, Fleck pontua que o conhecimento que circula entre diferentes coletivos de pensamento, através da forma do saber exotérico, é fonte

¹ O sujeito é determinado por suas experiências sócio-históricas, todavia tais experiências o situam em um lugar único e isso confere ao sujeito compreensão e agir singulares. Faraco (2017) acentua que a base da filosofia de Bakhtin não reside na ontologia (ser enquanto ser), mas na axiologia do sujeito (já que é definido pela relação, necessita do outro para se constituir).

para a construção do saber dos cientistas nos círculos esotéricos, além de que na ciência popular o saber se torna “carne” (FLECK, 2010, p.179). Fleck (2010) enxerga um fluxo em ambos os sentidos entre o círculo esotérico e o exotérico, que ele gradua em uma hierarquia entre os diferentes graus de iniciação ao saber, sendo os dois interdependentes, além da necessidade do movimento de ideias com os outros coletivos de pensamentos.

Na teoria bakhtiniana é diferenciado o autor-criador e o autor-pessoa, isso porque sempre que um sujeito cria algo, ele necessita assumir uma posição axiológica dentro de um campo. Retomando brevemente a questão das palavras, os sujeitos possuem uma heteroglossia, ou seja, a capacidade de estar em uma posição axiológica e, por isso, deslocar o significado das palavras. Com isso, em outros momentos, em outros campos, consegue usar uma mesma palavra com outros significados, o que entendemos também estar presente na teoria de Fleck (2010), já que o indivíduo pode ser portador de mais de um estilo de pensamento. O indivíduo de uma posição axiológica fala para alguém, que pode ser considerado o representante de um grupo social. É por esse viés que Bakhtin enfatiza que o estilo é, sobretudo, coletivo. Claro, no diálogo cotidiano, real da vida, cada autor pode incorporar seus juízos de valor, sentimentos e particularidades na forma do seu enunciado, mas cada organização social busca conservar algumas formas “tradicionais”. Por isso, cada época possui os seus estilos de linguagem e de elaboração de enunciados, que vão se transformando pelos atos particulares dos indivíduos.

Bakhtin (2011) busca avançar sobre os estudos da estilística, que até então considerava em suas análises dos estilos, primeiramente, o objeto-sentido e, posteriormente, a expressão do autor sobre este primeiro, acrescentando, para além desses dois aspectos já considerados pela estilística, a importância do “outro”, que é essencial na constituição dos sujeitos, e do estilo da nossa criação sobre o mundo. Todo enunciado mantém tonalidade dialógica com enunciados anteriores, aos quais responde, ao mesmo tempo em que é determinado por seu interlocutor. Para Bakhtin (2011) o endereçamento é um dos aspectos constitutivos do enunciado.

Nossa leitura é a de que Fleck (2010) também compreende, embora não use esta palavra, que o “endereçamento” de um texto pode constituir a sua forma. Isso porque ele exemplifica quatro formas de constituição de textos - ciência dos periódicos, ciência dos livros didáticos, ciência dos manuais e ciência popular -, dentro do coletivo de pensamento que são determinadas por certa hierarquia (posição e endereçamento) entre os iniciados.

Fleck (2010) descreve marcas específicas dos textos dentro dos coletivos da ciência: I) O texto criado pelos especialistas para seus pares especialistas, denominado como “ciência dos periódicos”, necessita que o autor possua um grande volume de conhecimentos e experiência no campo científico. O cientista-especialista em contato até mesmo com conhecimentos que circulam em outros campos, pela popularização da ciência, possui espaço para a criatividade, para cometer deslizos e erros, incorporando a sua individualidade no estilo da “ciência dos periódicos”. Daí as marcas da incerteza, pessoalidade, além de ser não aditiva.

II) O texto criado pelo especialista para os profissionais gerais, denominado como “ciência dos manuais”, representa a cultura do estilo referente a um campo. Isso porque, o fato científico existe nos manuais - enquanto resistência de um estilo de pensamento. O estilo do gênero manual é autoritário, dogmático, poderíamos

pensar como monovocal, já que não há espaço para a polêmica e para a criatividade. Esse estilo é a coluna central da comunidade científica, pois representa a tradição, o repetível, o plano teórico que direciona a visão de muitos especialistas. Daí as marcas da linguagem impessoal, com certa segurança e um caráter mais fixo (a cultura não deve ser vista como totalmente fechada).

III) O texto criado pelo especialista para o público geral (que também pode ser graduado de acordo com seu volume de conhecimentos), denominado como “ciência popular”, difunde uma visão de mundo, com os traços de um estilo de pensamento, não é o estilo de pensamento em si, com todo o seu rigor, já que o saber ganha um alto grau de plasticidade. No popular (cotidiano) também há espaço para os deslizos, e diferentes significações, embora pautadas no estilo de pensamento vigente ou sobre o qual trata. Na “ciência popular” o especialista busca a cristalização dos conceitos, isto é, que o saber se mantenha vivo, ao mesmo tempo em que traz elementos de outros campos para o seu campo. A “ciência popular” é uma fonte de inspiração e criatividade para os diversos especialistas, em seus diferentes campos. Nessa ciência o conhecimento é marcado como simplificado, ilustrativo e apodítico. Entendemos que a “ciência popular” e a “ciência dos periódicos” são mais propícias ao estilo individual de um autor-criador.

Bakhtin (2011) explicitamente, quando coloca que o fundo aperceptivo do interlocutor pode moldar o enunciado, cita um exemplo da ciência: gêneros da literatura popular científica, gêneros da literatura didática especial e os trabalhos especiais de pesquisa, que possuem interlocutores com diferentes níveis de conhecimento, públicos diferentes. Percebe-se certa semelhança às distinções (I, II e III que pontuamos anteriormente) das “ciências” de Fleck, segundo uma hierarquia.

Pensando uma sequência de questões para análise de textos que circulam conhecimentos da ciência

Fleck (2010) conceitua especificamente a construção dos conhecimentos científicos e não detalha como fazer uma análise dos textos da ciência, não menciona ideias como gêneros, discursos, interlocutor, tonalidades dialógicas, etc., que aparecem com detalhamentos na teoria bakhtiniana e que podem enriquecer uma análise sobre textos que circulam conceitos físicos. Sendo assim, propomos uma sequência de questões como dispositivo de análise de materiais textuais, que utiliza conjuntamente elementos das duas teorias para compreender o papel dos diferentes textos na construção e ensino do saber da ciência:

1. Qual é o objeto-sentido do texto?
2. Qual é a posição axiológica de quem fala sobre o objeto-sentido, ou seja, quem é o autor-criador?
3. Quem é o interlocutor do autor-criador?
4. Qual é a organização social a qual o enunciado está vinculado?
5. Dos elementos anteriores: qual é o gênero discursivo escolhido para o texto?
6. Ainda ligado à organização social: qual é o estilo em que o texto se realiza (dogmático, pessoal, qual posição sobre o objeto-sentido o autor assume, incorpora o diálogo cotidiano, etc.)? Quais são as particularidades/sentimentos/ juízos do autor-criador no estilo (elementos de expressão na

- escrita)? Quais as características relacionadas à tradição de uma esfera (matização das palavras, vocabulários específicos)?
7. É possível identificar tonalidades dialógicas no texto? Quais são as analogias e metáforas utilizadas, e com quais fins?
 8. Pensando especificamente nas marcas descritas por Fleck para cada uma das “ciências”: qual o grau de simplificação, certeza, ilustração, plasticidade do conhecimento veiculado no texto?
 9. Como as marcas anteriormente pontuadas implicam no conhecimento científico que está textualizado? Quais as diferenças para com o saber do cientista?
 10. A partir dos elementos anteriores: qual é o discurso que está fundido no enunciado pelas formas gramaticais, de léxico e construção escolhida?

A resposta de cada uma das questões requer uma análise cuidadosa e auxilia a responder a próxima pergunta, deve-se buscar um olhar total para o conjunto da construção textual, com elementos verbais e extraverbais.

Considerações Finais

Esta sequência de questões propostas pode auxiliar professores do Ensino Superior ou Educação Básica a melhor compreender os modos como os textos podem mobilizar sentidos e significados relacionados aos conceitos científicos, reconhecendo o caráter constitutivo do texto na construção/produção do conhecimento científico, que deve ser problematizado na Educação numa abordagem que não dicotomize linguagem e epistemologia, bem como as potencialidades, limitações e o papel dos diversos materiais textuais. Essas questões foram aplicadas em situações de ensino na formação inicial de professores de física, cujas análises serão objeto de outro trabalho.

Não obstante, trazer os dois autores, Fleck e Bakhtin, evidenciando diálogos que interpretamos entre suas teorias, é relevante para fomentar discussões entre epistemologia e linguagem, que defendemos como inter-relacionadas. Fleck (2010) ao discutir epistemologia perpassa a linguagem. Bakhtin (2014, 2011) ao discutir a linguagem perpassa a construção do pensamento e de conceitos a partir das experiências dos sujeitos no mundo, experiências que são necessariamente sociais e culturais. Com isso, fortalecemos a argumentação da inseparabilidade entre a linguagem e o conhecimento; para pensar um é imprescindível considerar o outro.

Referências

ALMEIDA, Maria José P. M.; RICON, Alan E. Divulgação Científica e texto literário – uma perspectiva cultural em aulas de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.10, n.1, p. 7-13, abr. 1993. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>

BAKHTIN, Mikhail M. **Estética da criação verbal**. 6ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

BAKHTIN, M. Mikhail; VOLOCHÍNOV, Valentin N. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 16ª ed., São Paulo: Hucitec, 2014.

BARROS, João Henrique A. Conhecimento e Discurso: reflexões sobre articulações entre a epistemologia de Fleck e a Análise de Discurso em Educação

Científica e Tecnológica e no Ensino de Ciências. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 2011, Campinas, SP. **Anais do VIII ENPEC e I CIEC**, 2011.

FARACO, Carlos A. Bakhtin e filosofia. **Bakhtiniana**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 45-56, 2017. Disponível em:

<https://revistas.pucsp.br/bakhtiniana/article/view/31815/22646>

FLECK, Ludwik. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

LIMA, Maria Consuelo A.; ALMEIDA, Maria José P. M. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 4401, 2012. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172012000400019>

LIMA, Nathan W.; et al. A teoria do enunciado concreto e a interpretação metalinguística: bases filosóficas, reflexões metodológicas e aplicações para os estudos das ciências e para a pesquisa em educação em ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 258-281, 2019. DOI:

<http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p258>

NASCIMENTO, Tatiana G. Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. **Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 1-18, dez. 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172005070206>

RODRIGUES, Micaías A. A leitura e a escrita de textos paradidáticos na formação do futuro professor de Física. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 3, p. 765-781, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150030015>

SANGIOGO, Fábio A.; MARQUES, Carlos A. A não transparência de imagens no ensino e na aprendizagem de química: as especificidades nos modos de ver, pensar e agir. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n.2, p.57-75, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n2p57>

SILVA, Henrique C. Articulando discurso e epistemologia: a física como discurso. **Enseñanza de las ciencias (digital)**, v. Extra, p. 3543-3548, 2017.

SILVA, Henrique C. Discurso e epistemologia: um olhar sobre as relações entre texto, ciência e escola a partir da noção de textualização. In: CASSIANI, S.; SILVA, H. C. da; PIERSON, A. H. C. (Org.). **Olhares para o ENEM na Educação Científica e Tecnológica**. 1ªed. Araraquara, SP: Junqueira & Marin, p. 241-269, 2013.

SILVA, Henrique C. **Como, quando e o que se lê em aulas de física no ensino médio: elementos para uma proposta de mudança**. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, 1997.

VENEU, Aroaldo; FERRAZ, Gleice; REZENDE, Flávia. Análise de discursos no ensino de ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 126–149, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-211720175170106>

OS TEXTOS E A LEITURA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA: ANÁLISE DA VOZ DE UM PROFESSOR UNIVERSITÁRIO

TEXTS AND READING IN THE INITIAL TRAINING OF PHYSICAL TEACHERS: AN ANALYSIS OF THE VOICE OF A UNIVERSITY TEACHER

Joselaine Setlik¹, Henrique César da Silva²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, joselainesw@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Metodologia de Ensino-CED/UFSC e PPGET/UFSC, henrique.c.silva@ufsc.br

Resumo

Existem diversos estudos sobre práticas de leitura e uso de textos diversos aos livros didáticos em aulas de Física, todavia poucos estudos focam a leitura em disciplinas de conhecimento físico em nível superior. Este estudo é um recorte de uma pesquisa mais ampla sobre a temática leitura e uso de textos, com foco sobre a física quântica, na formação inicial de professores de Física, na qual foram realizadas análises das diretrizes para formação de professores e dos cursos de física, planos de ensino e programas de disciplinas de um curso de licenciatura em Física, além de observações em aulas de três disciplinas, sendo duas específicas da física, a saber, Introdução à Física Moderna e Estrutura da Matéria. Estas duas foram ministradas por um mesmo professor que concedeu, posteriormente, uma entrevista para esta investigação. Aqui, analisamos a voz deste professor na entrevista, interpretando concepções, condições e resistências para a entrada de outros textos nas disciplinas. Para análise da entrevista partimos de teorias do campo da epistemologia e da linguagem – Fleck, Kuhn e Bakhtin – identificando nas concepções de leitura elementos de um estilo de pensamento e as diferentes vozes presentes no diálogo dos enunciados. Os resultados evidenciam uma concepção de hierarquia entre a linguagem matemática e a verbal, sendo a leitura em física relacionada, sobretudo, com a aprendizagem de um formalismo matemático para a resolução de problemas. Embora se verifiquem entradas possíveis para outros tipos de textos, essas condições privilegiam o uso do manual do ensino superior em disciplinas de física, e criam resistências para a inclusão de outros tipos de textos no ensino.

Palavras-chave: Leitura, Textos, Física, Formação de professores.

Abstract

There are several studies on reading practices and use of texts other than textbooks in Physics classes, however few studies focus on reading in disciplines of physical knowledge at a higher level. This study is part of a broader research on the theme of reading and using texts, focusing on quantum physics, in the initial training of physics teachers, in which analyzes of the guidelines for teacher training and physics courses were carried out, teaching plans and subject programs of a Physics

degree course, in addition to observations in classes of three subjects, two of which are specific to physics, namely, Introduction to Modern Physics and Structure of Matter. These two were taught by the same teacher who subsequently granted an interview for this investigation. Here, we analyze the voice of this teacher in the interview, interpreting concepts, conditions and resistance to the entry of other texts in the course. For the analysis of the interview, we started with theories in the field of epistemology and language – Fleck, Kuhn and Bakhtin - identifying in the conceptions of reading elements of a style of thought and the different voices present in the dialogue of the utterance. The results show a conception of hierarchy between mathematical and verbal language, with reading in physics related, above all, to the learning of a mathematical formalism for solving problems. Although there are possible entries for other types of texts, these conditions favor the use of the higher education manual in physics subjects, and create resistance to the inclusion of other types of texts in teaching.

Keywords: Reading, Texts, Physics, Teacher training.

Introdução

Desde pelo menos os anos 1990 estudos apontam potencialidades do uso da leitura de diferentes tipos de textos no ensino de Ciências da Natureza na Educação Básica, para tornar acessíveis aos estudantes conhecimentos de ciência não exclusivamente pela linguagem matemática (no caso da Física), além de auxiliar a desenvolver curiosidade científica, consciência crítica, o estabelecimento de relações entre a ciência e outras áreas do conhecimento, e a própria formação da autonomia do leitor em ciências, entre outras possibilidades (SILVA, 1997; ALMEIDA; RICON, 1993).

Entretanto, apesar das potencialidades das práticas de leitura de textos na Educação Básica, na disciplina Física nem sempre estas são pensadas/incentivadas pelos professores (ANDRADE, MARTINS, 2006; ASSIS, CARVALHO, 2008). A qualidade e a natureza da mediação de leituras estão relacionadas ao conhecimento do professor tanto sobre os conteúdos e quanto sobre os diferentes textos que os veiculam, que advém das suas experiências de leitura cotidiana e na sua formação básica e universitária. Promover formas de articular diferentes tipos de leitura na formação desse professor, enquanto estudante (como nas pesquisas de Machado (2001), Lima e Almeida (2012)) de forma transversal durante o curso de graduação pode ser um caminho para que tais práticas se tornem mais efetivas na Educação Básica.

A leitura na Licenciatura em Física foi objeto de investigações de algumas teses e dissertações (MACHADO, 2001; CORREIA, 2016), além de artigos em periódicos (RODRIGUES, 2015; LIMA, ALMEIDA, 2012; ALMEIDA, SORPRESO, 2010). Cabe destacar que essas investigações possuem diferentes abordagens, isto é, objetivos diferentes, relacionados a conhecimentos diversos que perpassam a leitura, pensando a formação do professor de Física. Estes estudos, apesar de enfocarem a física e a formação inicial, se centram em disciplinas específicas da licenciatura, que, embora envolvam conhecimentos físicos, têm foco nos conhecimentos pedagógicos. Assim, carecemos de aprofundamento e análises da

leitura e uso de textos em disciplinas cujo foco recai no conhecimento físico propriamente dito, presentes no núcleo comum.

Este estudo é um recorte de uma pesquisa mais ampla sobre a temática leitura e uso de textos, com foco sobre a física quântica, na formação inicial de professores de Física. Na pesquisa foram realizadas análises das diretrizes para formação de professores e dos cursos de física, planos de ensino e programas de disciplinas de um curso de licenciatura em Física, observações em aulas de três disciplinas, sendo duas específicas da física (Introdução à Física Moderna e Estrutura da Matéria). No semestre desta investigação, estas duas disciplinas foram ministradas por um mesmo professor que concedeu, posteriormente, uma entrevista para esta investigação. Aqui, buscamos analisar a voz deste professor na entrevista, interpretando concepções, condições e resistências para a entrada de outros textos no curso, diversos aos manuais adotados no ensino superior. Para a análise, partimos de teorias dos campos da epistemologia e da linguagem – Fleck, Kuhn e Bakhtin – identificando nas concepções de leitura elementos de um estilo de pensamento e as diferentes vozes presentes no diálogo dos enunciados.

Referencial Teórico-Metodológico

Tomamos como referencial teórico-metodológico as teorias epistemológicas de Ludwik Fleck e Thomas Kuhn, como complementares, já que possuem similaridades em suas formas de compreender o fato científico (CONDÉ, 2005). Com essas bases teóricas, pensamos o treinamento de físicos e professores de física dentro de uma tradição, ligada a especificidades do conhecimento físico. Embora com outro foco, tomamos a teoria de Bakhtin também como complementar para as análises dos dados, pois estamos preocupados com as percepções e ações de sujeitos relacionados a este campo de saber.

Para Fleck (2010), estilo de pensamento (EP) e coletivo de pensamento (CP) são categorias essenciais na compreensão da construção de fatos científicos, que necessita da circulação dos conhecimentos. É o movimento de ideias e práticas que promove a instauração, manutenção, extensão e transformação de EP. O EP pode ser compreendido como uma resistência ao livre arbítrio do pensamento, isto é, uma percepção direcionada sobre as formas da realidade, que está vinculada a um coletivo de pensamento (CP) que compartilha este EP. Nesta teoria epistemológica, o que diferencia sujeitos dentro do CP - os que pertencem ao círculo esotérico (especialistas) ou exotérico (leigos mais ou menos instruídos) daquele conhecimento - é o grau de especialidade naquele saber. Dentro da estrutura da ciência moderna, Fleck (2010) discute as chamadas ciência popular, ciência dos livros didáticos, ciência dos manuais – como a coluna central da ciência - e ciência dos periódicos. Kuhn (1978) aprofunda o papel dos manuais (livros do ensino superior) na formação de físicos; ele descreve características como a resolução de problemas e exemplares que caracterizam a formação destes profissionais – o que até certa medida ele considera eficiente para a produção da ciência na medida em que, entre outros aspectos, potencializa a comunicação entre seus praticantes e lhes fornece modelos para resolução para novos problemas que enfrentarão como profissionais praticantes da ciência normal.

Em Bakhtin (2011) compreendemos a linguagem como sendo essencialmente dialógica, os enunciados são permeados por muitas vozes que se fundem para formar outros enunciados. Por esse viés, o outro é fundamental na

constituição do sujeito e das enunciações (BAKHTIN/VOLOCHÍNOV, 2014). O endereçamento é característica constitutiva dos enunciados. Ao falar, sempre levamos em consideração o fundo aperceptivo da percepção do enunciado pelo destinatário (BAKHTIN, 2011) ao mesmo tempo em que dialogamos com diferentes vozes que constituem a nossa história.

Para análise desta entrevista seguimos os seguintes passos, adaptados a partir do caminho analítico proposto por Veneu, Ferraz e Rezende (2015): 1) Identificação e seleção de enunciados acerca de concepções da leitura em aulas de física e resistências para a entrada de textos diversos no ensino da disciplina; 2) leitura atenciosa do enunciado grafando palavras e elementos linguísticos; 3) articulações entre contexto interacional imediato; extraverbal mais amplo; conceitos bakhtinianos (encontro vocal; discurso citado, dialogismo, etc.) e os objetivos deste estudo para se construir possíveis interpretações dos enunciados.

Professor Participante

No semestre desta investigação, o professor participante estava ministrando disciplinas relacionadas à física quântica, em uma universidade federal da região Sul, e por isso foi convidado a participar deste estudo. O professor se mostrou sempre aberto e disposto a colaborar com a investigação, assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) acerca de observações em algumas das suas aulas¹ e de uma entrevista. Para preservar o anonimato, neste estudo ele será chamado de Sérgio. Este professor é bacharel em Física, com mestrado e doutorado em Física Nuclear teórica. Além do doutorado no exterior, o professor Sérgio cursou pós-doutorados em diferentes países (trabalhou e viveu 12 anos fora do Brasil) e mantém interações com pesquisadores da França e dos Estados Unidos. Ele atua em pesquisas relacionadas à teoria quântica de campos, sendo um dos fundadores do seu grupo de pesquisa. Exerce a docência universitária há 22 anos e estruturou disciplinas do departamento de física da graduação e da pós-graduação relacionadas à sua área de pesquisa.

Para este trabalho, pela limitação de espaço, trazemos apenas alguns recortes de falas do professor em uma entrevista acerca de sua compreensão sobre a leitura e os textos no ensino de física.

A leitura e os textos na aprendizagem de Física pela perspectiva do professor participante

O professor Sérgio ao ser questionado, durante a entrevista, sobre o que compreendia por leitura de textos, relacionou seu enunciado-resposta à leitura “em física” (da matemática), com as suas especificidades. A leitura é compreendida, sobretudo, como leitura de equações e deduções matemáticas presentes nos manuais do ensino superior.

PESQUISADORA: O que o professor compreende por leitura de textos?

PROFESSOR SÉRGIO: A leitura do texto, eu entendo que o aluno vai ler o texto, vai ler o texto, do livro texto e a partir dali refaz... porque é um curso de física, então se trata de matemática, ele refazendo os exemplos e fazendo cada passo que leva de uma equação a outra, é talvez até mais

1 A disciplina Introdução à Física Moderna envolve o ensino de diversos conhecimentos, as observações realizadas pela pesquisadora ocorreram essencialmente em aulas que abordavam a física quântica.

importante que a parte conceitual, ele vai compreender a matéria. Eu entendo que a leitura do texto em física é diferente da leitura do texto em direito ou outra coisa. A leitura do texto em física decorada: a lei quer dizer isso e no ano de 1800 e coisa descobriu não sei quem, pouco importa. Importa se o aluno sabe fazer todos os detalhes matemáticos que levam da equação 1 a 2. [...] Eu não fui a primeira pessoa a falar isso. O Feynman quando ele esteve no Brasil ele detectou esse problema. Ele viu que os alunos sabiam as leis e não sabiam aplicar. E eu acho que principalmente num curso de mecânica quântica o aluno tem que saber isso, por isso eu sempre incentivo a refazer os exemplos. Então acho que é isso que eu entendo, é ler o texto e compreender não só os conceitos, mas também todas as passagens matemáticas, todas.

A pergunta da entrevista, anteriormente transcrita, foi aberta. É preciso considerar o contexto de interação da entrevista, que influencia na compreensão dos enunciados (BAKHTIN, 2011). No momento da entrevista, o professor Sérgio sabia dos objetivos e temática da investigação mais ampla, além de que a pesquisadora acompanhou algumas das suas aulas. Ao início do seu enunciado resposta, ele associa leitura ao “livro texto” que é o principal material escrito usado na formação de físicos, em outro trecho ele irá ressaltar que compreende que a “leitura do texto em física é diferente da leitura do texto” em outras áreas.

Seu enunciado reforça especificidades do curso de física, “porque é um curso de física, então se trata da matemática”; física e matemática são vistas como inseparáveis. Interpretamos por expressões como “cada passo que leva de uma equação a outra”, “saber fazer todos os detalhes matemáticos que levam da equação 1 a 2” e “todas as passagens matemáticas, todas” que existe uma lógica matemática ligada à física que precisa ser aprendida pelo estudante nas disciplinas do curso – e que constituem práticas de leitura. Neste curto enunciado, Sérgio repete a necessidade de compreensão dos detalhes das passagens de uma equação a outra três vezes, além de, nessa última expressão que destacamos, usar duas vezes a palavra “todas” em relação à aprendizagem das passagens matemáticas. A física estrutura seus conhecimentos, sobretudo, pela linguagem matemática, se diferenciando desta última pelas especificidades dos campos de conhecimento (REDISH, KUO, 2015). Ler em física parece ser aprender a significar a natureza também tomando como base uma nova linguagem, a matemática.

Aparentemente o professor estabelece uma hierarquia entre o conceitual (estamos interpretando que saber um conceito também pode estar relacionado à sua expressão na forma verbal) e saber as deduções matemáticas usadas na solução de um problema, ou seja, nos “exemplos”. Na voz do professor, este último é mais importante, já que é por meio deste que o estudante “vai compreender a matéria”. Kuhn (1978), indiretamente, argumenta a existência de uma interpretação silenciosa na resolução de problemas da Física, feita subliminarmente sem o verbal, apenas pela prática matemática e dedução (generalizações simbólicas) e resolução de problemas aceitos como exemplares.

O professor expressa essa ideia de hierarquia entre o conceitual e a resolução de problemas de forma cautelosa usando a dúvida em “talvez até mais importante que a parte conceitual”. Quando o professor se refere à leitura de textos decorada, ele enfatiza aspectos ligados à linguagem verbal “a lei quer dizer isso e no ano de 1800 e coisa [...]” (talvez pelo contexto da entrevista relacionado a uso de textos diversos no ensino de física, uma forma de justificar o uso de um tipo de texto) - nestas falas ler não tem relação com interpretar -, a entonação da sua voz,

no contexto de interação da entrevista, enfatiza o sentido de coisas desnecessárias. E ao final dessa frase, ele é enfático sobre isso: “pouco importa”, o que importa são “os detalhes matemáticos”.

Por estas interpretações, evidenciamos o que consideramos uma resistência, que advém de uma comunidade, à entrada de discussões relacionadas a outros aspectos filosóficos, históricos ou sociais do conhecimento - saberes que não devem ser decorados, como o próprio professor Sérgio enfatizou. A entrada de outros textos escritos, para além da forma do livro didático, também parece não encontrar sentido segundo essa tradição de formação descrita. Enfatizamos que a fala do professor Sérgio é determinada por sua história, regras institucionais e da comunidade (KUHN, 1978), por uma cultura que não nasce e nem depende apenas dele (BAKHTIN, 2014). Essa resistência, relacionada à importância do formalismo matemático, que advém de uma forma de pensar compartilhada por um coletivo de pensamento [trata-se de elementos de um estilo de pensamento] (FLECK, 2010) reaparece em outros enunciados respostas nesta mesma entrevista, que não iremos aprofundar aqui pela limitação de espaço.

Ao final do enunciado transcrito anteriormente, há a incorporação indireta da voz do físico teórico Feynman, que é bastante reconhecido na comunidade da física, para criticar, o que o professor Sérgio chama de “falhas” do sistema de ensino brasileiro. Essa incorporação, tomando a voz do outro para si, reforça o ponto de vista do professor, “não fui a primeira pessoa”. A principal falha que o professor aponta no processo de ensino-aprendizagem é decorar conceitos ou aspectos relacionados ao saber de forma desconexa com a prática, “os alunos sabiam as leis e não sabiam aplicar”. Ele aponta que “principalmente” na mecânica quântica, que é um conhecimento menos intuitivo, “o aluno tem que saber isso”, além dos conceitos, “todas as passagens matemáticas” e aplicar este conhecimento.

Em um momento posterior da entrevista, por exemplo, ficam mais claras algumas das ressonâncias dialógicas presentes na fala deste professor. As falhas as quais ele se refere estão relacionadas também às suas experiências enquanto estudante de física. Após elogiar os livros-texto base da física, que o professor considera que são “extremamente bem escritos” (é preciso atenção ao contexto de interação da entrevista sobre a temática específica, além de que existe toda uma comunidade e tradição por trás da construção destes textos didáticos do ensino superior (FLECK, 2010)), já que trazem muita informação e exemplos, Sérgio aponta essa falha como sendo algo pessoal do leitor enquanto estudante perante o texto.

PESQUISADORA: É, eu iria perguntar como que a leitura fez parte da formação do professor. O professor já comentou que teve uma diferença...

PROFESSOR SÉRGIO: Então a leitura quando eu vim para a universidade, desses textos, me ajudou muito... mas *eu falhava*, no que *eu falhei*, no meu caso, estou falando *bem particular meu*, é que *eu não me preocupava em refazer todas as passagens matemáticas*. *Eu via a fórmula ali no final*, mas às vezes eu *não tinha entendido como ia da equação três para a quatro*, e isso é falho, porque *a linguagem da física ela é a matemática*. Então mais importante que você entender o *palavreado e a lei e quem descobriu a lei e em que ano que também é legal*, é interessante, mais importante é você *saber passar de uma para a outra e melhor se você souber relacionar aquilo com uma aplicação do dia-a-dia*

O próprio contexto interacional da entrevista pode influenciar o professor a ressaltar o papel da leitura do livro texto na sua formação (“me ajudou muito”). O professor Sérgio aponta falhas apenas que partiam dele (“eu falhava”, “eu falhei”,

“no meu caso, estou falando bem particular meu”, “eu não me preocupava”, “eu via a fórmula ali no final”, “eu não tinha entendido”), enquanto estudante de física, já que os livros trazem o passo a passo matemático e vários exemplos. Interpretamos que o professor usa da cautela pelo próprio contexto da entrevista, alertando que é um caso particular seu, mas ao mesmo tempo sua fala ressalta que a “falha” não está no livro texto base, na sua abordagem (que anteriormente ela já apontou como um material “extremamente” bem escrito e que ajuda “muito”), o problema está na forma do estudante estudar este texto, ler este conteúdo [de forma “decorada”], é um problema do tipo de leitura do texto. A colocação “a linguagem da física ela é a matemática” é seguida pela ideia de que o verbal e outros aspectos como os históricos, “o palavreado e a lei e quem descobriu a lei [...]”, que “também é legal, é interessante” (o contexto da entrevista pode influenciar nessa ressalva do professor, uma resposta presumida do julgamento de seu interlocutor), são menos importantes do que a matemática. Aqui entendemos que aparece de novo a resistência à entrada de outros textos na formação. Por mais que o professor localize um problema da formação dos físicos, a “falha” não está no tipo de texto usado, mas na atitude do indivíduo perante o texto.

Considerações Finais

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla sobre a temática leitura e uso de textos, que envolve observações de aulas e entrevistas com professores de disciplinas do curso de Licenciatura em Física, entre outros procedimentos e análises. O recorte deste estudo está em disciplinas de conhecimentos físicos da parte comum do currículo. Consideramos a voz do professor nesta investigação, pois embora exista uma tradição de ensino dentro da Física, além das repetições das formas de tal tradição, que prevalecem, no acontecimento das aulas é possível encontrar particularidades, pelas assimetrias e histórias dos sujeitos envolvidos (BAKHTIN/ VOLOCHINOV, 2014). Há encontros entre o institucional e as histórias dos sujeitos que participam destes espaços formativos.

O professor participante deste estudo possui uma visão da leitura na física vinculada, sobretudo, com a compreensão da linguagem matemática. Por esta visão, o ensino deve se preocupar não só com a apresentação dos conceitos, mas principalmente que o estudante compreenda as deduções matemáticas e seja capaz de operar com elas em aplicações e problemas. Pode se depreender que há uma concepção específica do que é ler um texto em física (ou seja, nesta comunidade científica), o que caracteriza um estilo de pensamento sobre leitura. As dificuldades de leitura também estão relacionadas à história de leitura dos estudantes e como eles compreendem o que é importante na disciplina dentro da tradição (comunidade) da física.

Há uma concepção de hierarquia entre a linguagem matemática e a verbal na construção dos conhecimentos de Física Quântica, sendo que aquela é a forma privilegiada, todavia não anula a necessidade de expressão verbal em algum sentido. Esta concepção, também relacionada ao institucional das disciplinas – um estilo de pensamento (FLECK, 2010) -, cria resistências para a entrada de outros textos, diversos aos livros de ensino superior, na formação comum dos físicos. Ressalta-se a importância de se pensar o que significa ler dentro da física, almejando melhor compreender aspectos fundamentais da Educação Científica –

como as práticas de leitura e os textos -, que podem estar determinando o tipo de formação em relação à disciplina, nos diversos níveis educacionais.

Referências

ANDRADE, Inez B. de; MARTINS, Isabel. Discursos de professores de ciências sobre leitura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 121-151, 2006.

ALMEIDA, Maria José P. M.; RICON, Alan E. Divulgação Científica e texto literário – uma perspectiva cultural em aulas de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.10, n.1, p. 7-13, abr. 1993. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>

ALMEIDA, Maria José P. M.; SORPRESO, Thirzan P. Memória e formação discursivas na interpretação de textos por estudantes de licenciatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 10, n. 1, 2010.

ASSIS, Alice; CARVALHO, Fernando L. de C. A postura do professor em atividades envolvendo a leitura de textos paradidáticos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 3, 2008.

BAKHTIN, Mikhail M. **Estética da criação verbal**. 6ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

BAKHTIN, M. Mikhail; VOLOCHÍNOV, Valentin N. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 16ª ed., São Paulo: Hucitec, 2014.

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão. Paradigma versus Estilo de Pensamento na História da Ciência. In: M. L. L. CONDÉ. **Ciência, História e Teoria**. Belo Horizonte: Argumentum, 2005.

CORREIA, Daniela. **Textos de divulgação científica: leitura, produção e divulgação de atividades didáticas no espaço do estágio supervisionado em física**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria: Rio Grande do Sul/RS. 2016.

FLECK, Ludwik. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. 2ª edição. Editora Perspectivas: São Paulo, 1978

LIMA, Maria Consuelo A.; ALMEIDA, Maria José P. M. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 4401, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172012000400019>

MACHADO, José Luís M. **O funcionamento de textos divergentes sobre energia com alunos de física. A leitura no ensino superior**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas: SP. 2001.

REDISH, Edward F.; KUO, Eric. Language of Physics, Language of Math: Disciplinary Culture and Dynamic Epistemology. **Science & Education**. v.24, p. 561-590, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9749-7>

RODRIGUES, Micaías A. A leitura e a escrita de textos paradidáticos na formação do futuro professor de Física. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 3, p. 765-781, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150030015>

SILVA, Henrique C. **Como, quando e o que se lê em aulas de física no ensino médio: elementos para uma proposta de mudança**. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, 1997.

VENEU, Aroaldo; FERRAZ, Gleice; REZENDE, Flávia. Análise de discursos no ensino de ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 126–149, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-211720175170106>

A TEXTUALIZAÇÃO DRAMATÚRGICA DO PRINCÍPIO DA INCERTEZA NA PEÇA TEATRAL *COPENHAGEN*

THE DRAMATURGIC TEXTUALIZATION OF THE UNCERTAINTY PRINCIPLE IN THE *COPENHAGEN* PLAY

Mayara de Almeida Barros¹, Henrique César da Silva²

¹PPGECT/UFSC, e-mail: may.fisica@gmail.com

²MEN-CED e PPGECT/UFSC, e-mail: henrique.c.silva@ufsc.br

Resumo

Visando contribuir para a produção de mediações de leituras no ensino de física que trabalhem os textos não como meros instrumentos, mas como artefatos culturais com suas especificidades, este trabalho apresenta uma análise da peça teatral *Copenhague*, notadamente, sobre os efeitos de sentido de incerteza, ou seja, sua relação com o princípio de incerteza de Heisenberg, parte fundamental da Física Quântica. A análise considerou a importância de se trabalhar a relação forma/conteúdo, as especificidades materiais do texto, no caso, um texto artístico, caracterizado como incerto entre o dramático e o pós-dramático. Para tal, buscamos aportes teóricos em autores do campo da dramaturgia. Os efeitos de sentido de incerteza aparecem produzidos pela própria estrutura do texto, em diversos de seus elementos, e não apenas como “conteúdo” explícito nas falas de personagens. Foram identificados, entre outros efeitos, incertezas relacionadas à ontologia dos personagens, às suas posições éticas e morais, produzidas pelo uso de diferentes tempos verbais, a elementos de um teatro não-representacional, à não-localidade e não-temporalidade das ações. Efeitos de sentidos sobre dualidade e complementaridade aparecem relacionados.

Palavras-chave: Textualização. Teatro. Princípio da Incerteza. Teoria Quântica. Dramaturgia.

Abstract

Aiming to contribute to the production of reading mediations in the Physics teaching that work the texts not as mere instruments, but as cultural artifacts with their specificities, this work presents an analysis of the *Copenhagen* play, notably on the effects of means of *uncertainty*, that is, its relationship with Heisenberg's Uncertainty Principle, a fundamental part of Quantum Physics. The analysis considered the importance of working on the form/content relationship, the material specificities of the text, in this case, an artistic text, characterized as uncertain between the dramatic and the post-dramatic play. So, we seek theoretical contributions from authors in the field of dramaturgy. The effects of means of uncertainty appear produced by the structure of the text, in several of its elements, and not just as explicit “content” in the speeches of characters. Among other effects, uncertainties related to the characters' ontology, to their ethical and moral positions,

produced by the use of different verbal tenses, to elements of a non-representational theater, to the non-locality and non-temporality of the actions were identified. Effects of meanings on duality and complementarity appear related.

Keywords: Textualization. Theater. Principle of Uncertainty. Quantum theory. Dramaturgy.

Introdução

Elementos que remetem a discursos científicos circulam pelas mais variadas atividades e práticas culturais em nossa sociedade, incluindo as artísticas, textualizando-se pelas mais variadas formas textuais (verbais, imagéticas, audiovisuais ou encenações e performances), quer mantenham ou não uma relação mais fidedigna com sua conceituação científica hoje aceita pela comunidade científica. Tais produções, não apenas podem ser do conhecimento dos estudantes, como entram na escola de diversas maneiras. Assim, é relevante compreender tais produções para além apenas de sua fidedignidade conceitual.

Este trabalho analisou o texto da peça *Copenhagen*, escrita por Michael Fryan, na tradução encontra em Cardoso (2015), particularmente no que diz respeito aos sentidos de incerteza, como textualização teatral do princípio da incerteza de Heisenberg.

A diferença da abordagem aqui apresentada reside no fato de que ela busca dar conta não apenas de conteúdos do texto ou que podem ser abordados a partir do texto no seu ensino. Visando contribuir para uma formação cultural mais ampla dos estudantes, a análise aqui apresentada se caracteriza por manter o foco na relação forma/conteúdo, o que vem sendo compreendido na literatura da área como textualização.

A obra *Copenhagen* se desenvolve em torno de uma conversa pós-morte, em um espaço não conhecido e num tempo não determinado, entre Niels Bohr, Werner Heisenberg e Margrethe Norlungue, esposa de Niels Bohr. Dividida em dois atos, a peça explora o famoso encontro entre os cientistas que ocorreu em 1941, no contexto da 2ª Guerra Mundial, e, até hoje, envolvido em incertezas e especulações. Na época, Heisenberg trabalhava para o programa de pesquisa nuclear alemão, enquanto Bohr e sua esposa, judeus, moravam em Copenhagen, na Suécia então ocupada pela Alemanha nazista. O texto supõe que Bohr e Heisenberg discutiram sobre fissão nuclear e sua possível aplicação para o desenvolvimento de uma bomba atômica. Durante a conversa fictícia os princípios da Complementaridade e da Incerteza, respectivamente estabelecidos por Bohr e Heisenberg, dentro da chamada interpretação de Copenhagen da mecânica quântica, aparecem como temas centrais.

A textualização teatral: entre o dramático e pós-dramático

Para tal, buscamos por um referencial teórico que permitisse abarcar a textualidade, ou seja, aspectos da forma textual, no que esta participa dos efeitos de sentido, sem deixar de considerar as relações com a Física estabelecidas pelo texto.

Utilizamos como suporte os trabalhos como o de Ryngaert (1996), Ball (2005), Birkenhauer, (2012), entre outros.

Pensar o discurso artístico, e mais especificamente, a materialidade do texto teatral, se faz necessário para compreender fatores cruciais no processo de produção de sentidos e nas relações que este texto estabelece com o conhecimento científico, no caso, a Teoria Quântica (TQ). Dessa forma, olhamos o texto teatral enquanto um meio de circulação cultural do discurso científico, com suas especificidades, propiciando elementos para a construções de mediações de leitura que levem em contato as relações entre forma e conteúdo, buscando romper com uma apropriação meramente instrumental de um artefato cultural. Para Ryngaert (1996) “toda obra dramática pode ser apreendida, em primeiro lugar, na sua materialidade, no modo como a sua organização de superfície se apresenta sob forma de obra escrita” (p. 35).

Da Poética de Aristóteles aos estudos do teatro contemporâneo, muito se discute sobre quais seriam as principais características do texto para que seja entendido como texto teatral. Considerações acerca do estilo de escrita e dos modos de enunciação separaram, inicialmente, os textos teatrais em gêneros. De acordo com Ryngaert (1996), “os gêneros não concernem apenas às formas da escrita, mas também, por intermédio das personagens em ação, à natureza dos temas tratados” (p. 7).

Nesta perspectiva, *Copenhagen* apresenta uma incerteza (dúvida) estrutural intrínseca quanto à sua natureza, oscilando entre o épico (narrativa de maior extensão) e o dramático (diálogo entre personagens atuantes sem interferências externas), entre memórias narradas individualmente (como na fala de Margrethe: “*E Niels decide, de repente amá-lo novamente, apesar de tudo*” (CARDOSO, 2015, p. 124)) e diálogos construídos em jogos temporais. Em toda extensão do texto, oscilações entre narrativas, que se configuram como pensamentos, lembranças e opiniões faladas, como num monólogo, e diálogos que constroem o encontro das três personagens são facilmente percebidos.

Bohr: É certo que ele sabe que o estão vigiando. Tem que ter cuidado com o que diz. Mas bem se poderia se cuidar com o que diz.

Margrethe: Tem que se cuidar ou não o vão deixar sair do país de novo.

Heisenberg: Me pergunto se imaginam o quão difícil foi conseguir permissão para vir. Os humilhantes pedidos ao partido, os poucos recursos para “a festa”, os esforços desgastantes para que nossos amigos na chancelaria usassem suas influências.

Margrethe: Como ele parece? Será que ele mudou muito?

Bohr: Um pouco mais velho (CARDOSO, 2015, p. 115).

Neste trecho, no intermédio do diálogo entre Bohr e Margrethe, aparece uma fala de Heisenberg claramente direcionada ao público, e não aos outros personagens, como um comentário narrado de uma lembrança. Da mesma forma, no trecho a seguir podemos perceber também na fala de Heisenberg uma breve fuga da conversa direta. Falas que soam tanto como solilóquios ou pensamentos interiores, quanto como narrativas históricas sobre personagens de um épico:

Bohr: Mas era um físico excepcional. E quanto mais eu penso, mais me convenço de que Heisenberg foi o melhor.

Heisenberg: Quem foi Bohr? Ele foi o primeiro, o pai de todos nós! Tudo o que fizemos foi baseado em sua grande intuição!

Bohr: Pensar que veio trabalhar comigo em 1924... (CARDOSO, 2015, p. 113).

A seguir, ainda sobre a oscilação entre diálogos e narrativas, destacamos uma parte inteiramente narrada, que tem no público/leitor o endereçamento direto:

Margrethe: Silêncio. Em que pensará? Em sua vida? Na nossa?

Heisenberg: Silêncio. E é claro que eles estão pensando novamente em seus filhos. (CARDOSO, 2015, p. 127).

Falas que soam como de um narrador, independente dos personagens que as pronunciam. Assim como no trecho a seguir:

Margrethe: O que Niels disse a Heisenberg? O que Niels respondeu? A pessoa que mais queria saber era o próprio Heisenberg! (CARDOSO, 2015, p. 131).

Para Ryngaert (1995) “na forma épica, é comum tomar a sala por testemunha, sem passar pelo simulacro de um diálogo” (p. 13), já na forma dramática, tem-se “uma obra que ‘imita’ pessoas que fazem alguma coisa” (p. 9), trazendo assim o conceito de ação dramática. Nos trechos que destacamos, essas formas se misturam. Copenhague possui ação dramática? Como ela se caracteriza em meio aos diálogos e narrativas? A ação dramática no texto está internalizada na percepção do leitor/público. Tudo isso, torna-se incerto.

Ball (2005), no entanto, argumenta que entre aqueles que fazem, leem e comentam sobre teatro, o ponto de convergência para a caracterização do drama se dá em torno da ideia de conflito, pois é a partir do conflito que as personagens agem. A ação ou ação dramática, segundo Pallottini (1988), “é a ação de quem, no drama, vai em busca dos seus objetivos consciente do que quer” (p. 9). Para Ball (2005) “a ação é um encadeamento de acontecimentos, ou seja, a ação ocorre quando faz com que uma outra coisa aconteça” (p. 23).

Nesta busca por um objetivo, que desencadeia ações e faz o enredo se desenrolar, surgem resistências que se caracterizam como o conflito dramático; para Pallottini (1988) “o conflito é o cerne de toda peça de teatro” (p. 48). É por esse quadro de desejo, ação e conflito que o leitor/plateia se identifica e se comove. Essa personificação das angústias e conflitos humanos que despertam emoções é caracterizada como verossimilhança dramática.

Para Ryngaert (1996) “o conflito existe quando um indivíduo é contrariado por um outro (uma personagem) ou quando se depara com um obstáculo social, psicológico, moral” (p. 64), e afirma mais adiante que, do ponto de vista da mecânica da peça, o conflito comanda o fio condutor.

O conflito em *Copenhague* não está nas falas enunciadas, se estabelece em torno da memória dos três personagens mortos, contra suas lembranças, contra si mesmos, que buscam a resposta sobre o porquê da visita de Heisenberg a Bohr em 1941, em plena Segunda Guerra Mundial, e apresentam cada um à sua maneira, na forma de um efeito-lembrança, suas versões desse encontro enigmático vivido por eles em vida. O que motivou Heisenberg a visitá-los? Qual o assunto da conversa? As possibilidades são construídas em dois atos, de forma a criarem e se recriam situações de acordo com suas múltiplas perspectivas. O conflito é caracterizado nesta peça pela própria incerteza.

Em meio às incertezas da memória, surgem outros dilemas que conduzem a trama e aprofundam e constituem outras facetadas do conflito-chave da peça: a

posição ética e moral de Heisenberg como cientista dentro do programa de pesquisa em Física nuclear da Alemanha então governada por Hitler durante a Segunda Guerra Mundial. Esse conflito se desenvolve, entre outros aspectos sob a construção de uma espécie de dualidade em torno de Heisenberg. Esta é indicada já no início do texto, quando Margrethe e Bohr discutem sobre receberem um alemão como visita.

Margrethe: Mas porque ele veio? O que está tentando dizer?

Bohr: No fundo creio que é muito simples: queria conversar.

Margrethe: Conversar? Com o inimigo? No meio da guerra?

Bohr: Margrethe, meu amor, não éramos inimigos.

Margrethe: Estamos falando de 1941!

Bohr: Heisenberg era nosso amigo!

Margrethe: Heisenberg era alemão! Nós éramos dinamarqueses! Os alemães tinham ocupado o nosso país. Eu nunca vi você tão irritado com alguém como naquela noite com Heisenberg! (CARDOSO, 2015, p. 112).

Quem era Heisenberg? Outra incerteza e vários efeitos de dualidades, que não se resolvem numa direção única, várias faces complementares apesar de parecerem antagônicas ou substancialmente diferentes: amigo/inimigo, cientista/alemão, e em outros trechos, filho/colaborador. O ser do Heisenberg inseparável de como se observa o contexto. No mesmo patamar de importâncias, identificamos os embates relacionados a problemas éticos e morais, ligados à inseparabilidade entre a produção científica e seu contexto histórico e político.

A incerteza das memórias tem papel fundamental no desenrolar do conflito, que, nas falas finais da peça, assim como na vida real, acaba sem resolução, sem certezas:

Bohr: Quando as decisões, grandes ou pequenas, não se voltam a tomar nunca mais. Quando não há mais incerteza, porque não haverá mais conhecimento.

Margrethe: E quando todos nossos olhos se tiverem fechados, quando até os nossos fantasmas se tenham ido... o que restará do nosso adorado mundo? De nosso arruinado, desonrado e adorado mundo?

Heisenberg: Mas enquanto isso, neste meio tempo precioso aí está. As árvores do parque. Os lugares amados. Os nossos filhos e os filhos dos nossos filhos. Preservados possivelmente, por aquele momento tão breve em Copenhague. Por algum acontecimento será encontrada ou definida em todo. Por esse último núcleo de incerteza que se encontra no coração de tudo o que existe (CARDOSO, 2015, p. 173).

No que diz respeito ao desenvolvimento do conflito, em termos estruturais, *Copenhague* apresenta uma característica diferenciadora em relação a outros textos teatrais: o texto não faz o uso de indicações cênicas, as chamadas didascálias: informações de ações, mudanças de entonação, mudanças de plano, entradas e saídas de atores, direcionamentos de falas, entre outros.

No entanto, a fala dramática enquanto função comunicativa possibilita dois sistemas: o interno e o externo. Nesta duplicidade enunciativa, o sistema interno diz respeito à comunicação entre as personagens, e o externo diz respeito a indicações que extrapolam a fala, o texto coadjuvante, as intenções comunicativas do autor. *Copenhague* é escrito de forma “corrida”, o texto original é composto somente por falas que devem ser pronunciadas pelas personagens, ora na forma de diálogo, ora

como narrativa. As personagens são, elas mesmas narradoras, comentadoras e agentes da trama. Para Ryngaert (1996), trata-se de manter a ambiguidade do seu texto, não impondo modelo à representação. As palavras dos personagens não ganham um quadro figurativo ou sistema de desempenho. Não são colocadas indicações de cenário, vestuário, disposições, (nada...). Nenhuma indicação cênica. Nesta ótica, dois pontos se destacam na leitura da obra: a forma como o diálogo é estruturado, rompendo com alguns elementos do drama tradicional; e o meio pelo qual a percepção temporal é construída no texto, o tempo em *Copenhagen* é indeterminado. Bohr, Heisenberg e Margrethe conversam ora no presente pós-morte, revivendo lembranças, ora no passado vivido, como se fosse possível alterar os fatos e sem nenhuma indicação explícita de mudança, conforme os trechos:

Margrethe: Olhem para eles! Todavia, pai e filho! Por um momento. Mesmo agora que estamos todos mortos.

[...]

Heisenberg: E nos falaremos e nos entenderemos como então!

Margrethe: E dessas duas cabeças surgirá o futuro. Quais cidades serão destruídas e quais sobreviverão. Quem morrerá e quem viverá. Qual mundo desaparecerá e qual triunfará.

[...]

Bohr: Ele está parado no limiar da porta piscando na súbita inundação de luz que vem do interior da casa.

Heisenberg: E, de repente, as razões que estavam claras dentro da minha cabeça perdem definição. A luz cai sobre eles e se dispersam.

Bohr: Meu querido Heisenberg!

Heisenberg: Meu querido Bohr! (CARDOSO, 2015, p. 167).

Estas características salientam outra indefinição: a peça que possui tanto aspectos de um texto dramático como de um texto pós-dramático. Um ponto fundamental no teatro pós-dramático, é o rompimento com a quarta parede, que ressignifica o papel do público no teatro. Para Birkenhauer, (2012), no teatro dramático “o espectador é endereçado enquanto observador clandestino, que é excluído do acontecimento” (p. 185). Barnett (2005) considera que “o teatro pós-dramático se torna um teatro de linguagem em que a palavra é liberada da limitação representacional” (p. 140), em geral marcada por um tempo e um espaço precisos, os personagens se transformam em “portadores de texto”. Barnett (2005) considera que “[...] o texto (*Copenhagen*) visto como um híbrido, em algum lugar entre o dramático e o pós-dramático, definido, como é, em uma vida fictícia após a morte onde as categorias humanas convencionais já não funcionam” (p. 139). Os personagens e suas ações são e não são os mesmos do nosso mundo cotidiano. Embora sejam personagens, não há stão emoldurados por uma representação. Para Barnett (2005) “o teatro pós-dramático não estrutura o tempo” (p. 140). Para o autor, “o tempo no teatro pós-dramático é mais parecido com o “tempo em sonho” em oposição ao “tempo na vida cotidiana””.

O tempo em *Copenhagen* estabelecido enquanto tempo pós-vida, fora da nossa percepção comum, permite que as personagens se desloquem, sem trajetória, temporalmente nos eventos, revivendo e refletindo suas vidas. Possibilidades para o diálogo havido entre Bohr e Heisenberg no encontro de 1941 aparecem sem a construção de uma situação representacional próxima de um documentário histórico ou de ficções históricas “baseadas em fatos reais”, bastante

comuns no cinema. Bohr, Margrethe e Heisenberg (fictícios) são, ao mesmo tempo, observadores e observáveis. São capazes de testar possibilidades e reconstruir os eventos, de maneira não-representacional, mas jamais com a precisão de com suposta factualidade histórica.

Temos assim, uma série de aspectos que trabalham no fio da própria textualidade, na sua estrutura enquanto texto teatral, efeitos de incerteza. Incerteza quanto às personagens (ontológicas), a ausência de representabilidade da realidade, o que desloca a posição do observador dos fatos, ligada por sua vez à não representação do tempo e do espaço como molduras definidas e definidoras. Elementos que metaforizam de certo modo, elementos da Teoria Quântica.

Outras incertezas na textualização teatral

Percebemos em *Copenhagen* efeitos de sentido de incerteza relacionados: ao princípio físico, propriamente dito, onde o tema é abordado explicitamente através de metáforas e analogias; incertezas relacionadas ao posicionamento (ético e moral) de Heisenberg durante a guerra; incertezas sobre o enredo da conversa de 1941; acerca do papel de Margrethe na trama. A análise do texto mostrou que a peça trabalha com uma polissemia de efeitos de sentido de incerteza como aspecto estruturante da obra.

Incertezas éticas

Dos fatos históricos, o posicionamento político de Heisenberg traz em si uma dualidade marcante. A produção da bomba nuclear permite elaborar questionamentos sobre a produção científica durante a Segunda Guerra Mundial, e mais especificamente, questionamentos sobre os limites entre Física e política.

Naquele contexto, Heisenberg era amigo e/ou inimigo? Contribuiu para/ou atrapalhou o programa nuclear alemão? A conversa foi sobre Física e/ou política? É possível fazer tal separação? Quais os limites e as consequências das descobertas e produções científicas sobre a sociedade? Qual a contribuição de Bohr na construção da bomba norte-americana? Enquanto Heisenberg é “malvisto” por coordenar o programa nuclear alemão, sendo o homem que “ofereceria” uma bomba a Hitler, Bohr tem, sabidamente, participação importante no programa nuclear dos aliados (Projeto Manhattan), liderado cientificamente por Oppenheimer. O texto joga com esse fato, induzindo as incertezas quanto à responsabilidade moral de cada um. A indeterminação histórica dos fatos se torna um dispositivo dramático/pós-dramático no texto. Indeterminação que não está ligada a um desconhecimento dos fatos históricos, mas que é intrínseca ao objeto, à condição humana na História.

Incertezas de Margrethe

Se Heisenberg e Bohr são protagonistas e temas da história, qual seria então a função de Margrethe na obra? Não há uma resposta claramente determinada, configurando-se como mais uma incerteza a ser apontada. Ora ela aparece apenas observando e comentando os eventos, ora suas falas refletem pensamentos aleatórios ou falas provocativas, e às vezes ela é colocada no papel de “leiga”, fazendo com que os físicos utilizem “linguagem simples” para explicar conceitos científicos, como o Salviati dos Diálogos de Galileo Galilei, ora suas falas têm a função das didascálias.

Em muitos trechos é possível identificar a posição dela enquanto observador (não neutro) que, analogamente ao contexto da Física Quântica, interfere no “resultado do experimento”, escolhe o que quer ver, possibilitando uma analogia entre os observadores/observáveis. Margrethe é, de certa forma, o público (observador) dentro da peça, lembrando uma divulgação científica.

Incertezas espaço-temporais

A passagem e localização espaço-temporal no texto é complexa e também incerta. A conversa se desenvolve em um tempo não preciso, num encontro pós-morte entre os protagonistas, em local igualmente indeterminado. As personagens estão mortas, mas há trechos em que parecem vivas. Em vários momentos há dois tempos verbais numa mesma frase ou sequência. O que era memória vira presente, e eles revivem o passado, sendo observadores de si mesmos. O tempo em *Copenhagen* se fixa no tempo do aqui e agora, no tempo da encenação/leitura. O tempo do inevitável. As noções realistas de localidade e temporalidade são rompidas no/pelo texto, num distanciamento da representação.

Considerações finais

É importante ressaltar que estas incertezas só remetem ao princípio físico de incerteza de forma metafórica, sendo deslocadas do sentido científico do termo. Há também no texto trechos em que se utilizam analogias e metáforas para explicações explícitas de ideias físicas, estratégia mais comum em textos didáticos e de divulgação científica. O trabalho metafórico da peça em relação ao princípio da incerteza tem relação com sua forma textual artística em seus detalhes materiais e estruturais. A série de elementos observados pode propiciar discussões sobre teoria quântica em seus aspectos conceituais fundamentais, filosóficos e históricos, e éticos, numa abordagem cultural da ciência.

Referências

- BALL, D. **Para trás e para frente: um guia para leitura de peças teatrais**. Tradução L. Cury. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- BARNETT, D. Reading and Performing Uncertainty: Michael Frayn's *Copenhagen* and the Postdramatic Theatre. **Theatre Research International**, v. 30, n. 02, p. 139–149, 27 jul. 2005.
- BIRKENHAUER, T. Entre fala e língua, drama e texto: reflexões acerca de uma discussão contemporânea. **Urdimento-Revista de Estudos em Artes Cênicas**, v. 18, n. Tradução S. Baumgartel, p. 181–188, 2012.
- CARDOSO, F. L. M. Versão brasileira da peça de teatro *Copenhagen* (de Michael Frayn) para fins didáticos. **Revista Hipótese, Itapetininga**, v. 1, n. 1, p. 109–174, 2015.
- RYNGAERT, J.-P.; NEVES, P. **Introdução à análise do teatro**. São Paulo, SP: Martins Fontes, 1996.
- STEWART, V. A Theatre of Uncertainties: Science and History in Michael Frayn's 'Copenhagen'. **New Theatre Quarterly**, v. 15, n. 04, p. 301, 15 nov. 1999.

A LINGUAGEM DA FÍSICA TEXTUALIZADA NUM ENTRELAÇAMENTO ENTRE LINGUAGENS COMUM E MATEMÁTICA: UMA ANÁLISE KUHNIANA DE UM TEXTO DE FEYNMAN

THE LANGUAGE OF PHYSICS TEXTUALIZED IN AN INTERLACING BETWEEN COMMON AND MATHEMATICS LANGUAGES: A KUHNIAN ANALYSIS OF A FEYNMAN TEXT

Henrique César da Silva ¹

¹UFSC/MEN/CED e PPGECT, henriquecsilva@gmail.com

Resumo

Concordando com a proposição da relevância de se trabalhar simultânea e paulatinamente as linguagens comum e matemática no ensino de física, este trabalho apresenta uma análise de um texto de Feynman, escrito em ambas as linguagens, e que tem circulado tanto como capítulo de um manual do ensino superior, quanto de um livro de divulgação científica. A análise de baseia da teoria do léxico de Thomas Kuhn. Foram identificados trechos, as variações e o sequenciamento de elementos da teoria kuhniana como léxico, generalizações simbólicas, generalizações simbólicas interpretadas e exemplares (exemplos), como aspectos que estruturam a textualização do princípio da conservação da energia pelo texto de Feynman. Forma de textualização, esta, em que se evidenciam entrelaçamentos entre linguagem comum e matemática. São discutidas implicações sobre a relevância do uso de textos alternativos, em linguagem comum, como complementares, na formação de físicos, com base nos resultados da análise.

Palavras-chave: linguagem matemática; linguagem comum; Feynman; teoria do léxico; Thomas Kuhn

Abstract

In agreement with the proposition of the relevance of working simultaneously and gradually the common and mathematical languages in the Physics teaching, this work presents an analysis of a text by Feynman, written in both languages, which has been circulating both as a chapter in a manual of the undergraduate education, as well as a scientific divulgation book. The analysis is based on Thomas Kuhn's lexicon theory. Excerpts, variations and sequencing of elements of the Kuhnian theory were identified as lexicon, symbolic generalizations, interpreted generalizations, and exemplary (examples), as aspects that structure the textualization of the energy conservation principle by Feynman's text. This is a form of textualization, in which interlaces between common language and mathematics language are highlighted. Implications about the relevance of using alternative texts, in common language, as complementary, in the training of physicists are discussed, based on the results of the analysis.

Keywords: mathematical language; common language; Feynman; lexicon theory; Thomas Kuhn.

Introdução

Concordamos com Almeida (1999; 2004) quando defende que as linguagens matemática e comum devem ser trabalhadas simultaneamente no ensino de física. No entanto, é também Almeida (2004) que aponta, contraditoriamente, a expectativa comum entre professores de física de que o saber matemático seja pré-requisito, devendo vir antes do aprender física. Karam e Pietrocola (2009) enfatizam, que na linguagem da física as estruturas simbólicas e lógicas da matemática adquirem sentidos específicos, nem sempre equivalentes aos matemáticos propriamente ditos.

É consenso que a atuação e as representações dos sujeitos enquanto professores de física estão, entre outros aspectos, relacionadas com as práticas que experienciam em sua formação e da forma como interpretam essa experiência. Thomas Kuhn aponta características bastante conhecidas da formação dos físicos, compreendida como formação para futuros praticantes da ciência normal, quando os estudantes adquiririam os componentes compartilhados necessários para atuarem como membros de uma comunidade científica. E fornece, assim, uma interpretação peculiar sobre essas práticas. Suas ideias têm se tornado um referencial importante para a (re)interpretação das práticas tradicionais características do ensino de física (formação inicial) (Silva e Mannrich, 2013; Mannrich, 2014; Ballester, 2014; Ballester et al., 2018). Segundo Kuhn, a aprendizagem da física (formação dos futuros praticantes da ciência normal) pode ser compreendida como a aprendizagem de uma linguagem no sentido de um duplo e inseparável aspecto: os estudantes de física aprendem, simultaneamente, tanto os significados de um léxico que compõe os elementos compartilhados pela comunidade dos praticantes, quanto a natureza, tal como interpretada e compreendida por esse léxico.

Acreditamos que esse referencial pode contribuir para pensar a proposta de Almeida (1999; 2004) sobre a simultaneidade das linguagens comum e matemática no ensino de física, na medida em que se trata de uma abordagem que une epistemologia e linguagem numa concepção pragmática, em que a aprendizagem dessa linguagem (e, portanto dos sentidos dos termos na física e da natureza, segundo a física) se dá pelo seu uso.

O objetivo deste trabalho foi aplicar a teoria kuhniana do léxico a um texto específico, com características singulares, o texto “A conservação da energia”, de Richard Feynman (1999), e derivar dessa análise, implicações para (re)pensar aspectos do ensino de física. Trata-se de um texto escrito, à primeira vista, basicamente em linguagem comum, que contém pouca e apenas matemática básica e elementar. Um texto que tem circulado tanto como parte de um manual de formação de físicos, ainda que um manual não típico, quanto como texto de divulgação científica. Este curioso caráter dual deste texto merece, assim, uma análise mais detida, no contexto da problemática do funcionamento das linguagens (comum e formal) na física e no seu ensino e aprendizagem. Perguntamo-nos se a teoria kuhniana do léxico pode ser aplicada a ele e o que essa aplicação revelaria na forma de implicações para o ensino e aprendizagem da física, principalmente em relação ao papel dos materiais textuais que circulam e aos quais os estudantes são expostos em sua formação.

A teoria kuhniana do léxico, ou, a aprendizagem da física como aprendizagem de uma linguagem

Em textos posteriores ao livro *A estrutura das revoluções científicas*, de 1962, principalmente aqueles publicados na coletânea *O caminho desde a estrutura* (Kuhn, 2017), Thomas Kuhn revisita as principais noções de sua abordagem da física apresentada no primeiro livro, de modo que a linguagem passa a ganhar maior relevância em suas teorizações, e noções como as de revoluções, incomensurabilidade, paradigma ganham novas significações. No entanto, um pano de fundo de sua abordagem continua presente: a crítica à teoria da correspondência (idem, p. 126), que supõe a possibilidade de regras racionais que estabeleceriam correspondência entre linguagem/pensamento e mundo/natureza, e teria aí sua definição de verdade. Para Kuhn, tanto um experimento, quanto uma descrição verbal de uma situação física, representam exemplares em que a linguagem (léxico) da teoria adquire sentido num mesmo movimento em que se adquire conhecimento da natureza. “Está claro que estamos de volta à linguagem e à sua ligação com a natureza?” (Kuhn, 2017, p. 211), vai perguntar o autor num dos ensaios deste mesmo livro.

Um aspecto importante e constante nas teorizações de Kuhn é a presença de reflexões sobre a formação do físico, como futuro praticante da ciência normal. Para atuar numa comunidade científica, o futuro físico precisa adquirir em sua formação um conjunto de elementos compartilhados pela comunidade. Ele vai então identificar alguns desses elementos: valores, generalizações simbólicas, modelos e exemplares (Kuhn, 2017, p. 208). Ainda que isso estivesse de certo modo presente desde *A Estrutura*, nos textos posteriores, a inclinação à linguagem vai gerar o que vindo sendo chamado de teoria do léxico e uma espécie de teoria da aprendizagem da física, ou seja, de como um estudante adquire o léxico (conhecimento da linguagem e da natureza) necessário para atuar como membro de uma comunidade de especialistas. A teoria do léxico diz respeito a uma taxonomia (um vocabulário específico) compartilhado por uma comunidade científica. “Na medida em que a estrutura do mundo pode ser experienciada e essa experiência comunicada, ela é restrita pela estrutura do léxico da comunidade que o habita” (Kuhn, 2017, p. 128).

Na socialização e comunicação dessa experiência (linguagem/mundo), os exemplos (ou exemplares) de como o mundo é (naquela linguagem), desempenham um papel essencial.

Assim, aqueles elementos citados, modelos, exemplares, generalizações simbólicas e léxico, podem ser considerados categorias que caracterizam a formação dos físicos, e o trabalho com elas, pelas práticas de formação e treinamento, representa o modo como os estudantes aprendem física. Para Kuhn (2017), “resolver um problema [exemplar] é aprender a linguagem de uma teoria [léxico] e adquirir o conhecimento na natureza embutido nessa linguagem” (p. 209). Os exemplares (que podem aparecer frequentemente na forma de problemas) exigem que uma generalização simbólica (que pode ser verbal, ou principalmente matemática, no caso da física) seja aplicada, mas simultaneamente modificada para uma nova versão adaptada à situação do exemplar, gerando uma generalização interpretada. “A interpretação é o processo por meio do qual é descoberto o uso desses termos [léxico]” (Kuhn, 2017, p. 61). O princípio da conservação de energia, por exemplo, em suas várias formulações, pode ser considerado uma generalização simbólica que pode ter a forma verbal, ou seja, se utilizar da linguagem comum. A

primeira lei da termodinâmica, pode ser considerada uma versão dessa generalização, no entanto, escrita na forma matemática a partir de 1850. As generalizações possuem a função de inter-relacionar os termos de um léxico, o que pode se dar tanto pela linguagem matemática quanto pela verbal. É a exposição a um conjunto de situações similares que dão sentido às generalizações, num dupla face, dão sentido aos termos (léxico) e o também o mundo. Assim, a aprendizagem da física, segundo Kuhn, se dá por ostensão: exposição a várias situações similares. “Os termos são ensinados por meio da apresentação, direta [experimental] ou descritiva, de situações às quais elas se aplicam.” (Kuhn, 2017, p. 87). “A aprendizagem que resulta de um tal processo, contudo, não é somente a respeito e palavras, mas também a respeito do mundo no qual elas operam” (idem, ibidem).

“Em boa parte do aprendizado da linguagem, esses dois tipos de conhecimento – conhecimento das palavras e conhecimento da natureza – são adquiridos em conjunto; na realidade, não são dois tipos de conhecimento, mas duas faces da moeda única que uma linguagem fornece.” (Kuhn, 2017, p. 45).

Concepção esta que nos permite conceber a aprendizagem da física como aprendizagem de uma linguagem. Nossa pergunta é: essa concepção de linguagem da física estaria presente num texto em que a linguagem comum tem predominância?

O texto analisado

O texto “A conservação da energia”, aparece como o capítulo quatro do livro “Física em seis lições”, de 1999. Este livro, que pode ser compreendido e tem circulado como de divulgação científica, trata-se de uma seleção e tradução de seis capítulos do “*Feynman Lectures on Physics*”, publicado em 1963, a partir das gravações de aulas de suas aulas. Esses capítulos do livro correspondem aos quatro primeiros, sétimo e 37º capítulos do volume I do *Lectures*. Portanto, o texto analisado é o primeiro do *Lectures* em que o autor aborda um conceito físico.

Metodologia

Extraímos da teoria do léxico (linguagem/conhecimento da física) de Kuhn suas principais categorias (léxico, generalização simbólica, generalização simbólica interpretada e exemplares). Para cada categoria foram identificadas as ocorrências no texto, suas variações e características específicas, resultando numa tabela, da qual fornecemos apenas um trecho (tabela 1), a partir do qual, na próxima seção, desenvolvemos exemplos da análise realizada e dos resultados gerais encontrados. São essas ocorrências, suas variações e suas formas que constituem os resultados da análise da textualização do princípio da conservação da energia no/pelo texto de Feynman, sintetizados numa estrutura geral da linguagem da física no texto.

Análise

A tabela 1 sintetiza exemplos dos resultados da identificação dos trechos do texto (linhas numeradas para mais fácil identificação ao longo do texto que sintetiza as análises) com alguns comentários sobre a especificidade de cada caso. A seguir a este quadro-síntese, explicitamos os resultados gerais derivados dele.

Tabela 1.

	Categorias kuhnianas	Trechos do texto	comentários
1	Léxico	Energia (p. 118), energia potencial gravitacional (p. 124), energia potencial (p. 124), energia cinética (energia do movimento) (p. 129), energia térmica (p. 132), conservação (várias páginas), máquinas reversíveis e irreversíveis (p. 120), trabalho (p. 131)	A maioria deste vocabulário tem como sentido geral a atribuição de um nome (e uma fórmula) para uma forma específica de energia em cada situação específica, para que o princípio da conservação da energia seja conservado. Assim, o léxico “energia” por exemplo é significado pelo uso em cada situação, pela generalização simbólica em que se insere e pela fórmula para cada caso ou forma de energia envolvida.
2	Generalização simbólica	“A lei chama-se conservação de energia. Segundo ela, há certa quantidade, que denominamos energia, que não se modifica nas múltiplas modificações pelas quais passa a natureza” (...) “diz que há uma quantidade numérica que não se altera quando algo acontece” (p. 115)	A ideia de modificação aparece em duas formas linguísticas e com sentidos dúbios (1º trecho). Modificações podem ser de qualidade e de quantidade. Por isso o texto precisa algumas mais adiante (2º trecho). Embora em linguagem verbal, o raciocínio subjacente é matemático: o que não muda é um valor numérico, uma quantidade (matemática).
3	Generalização simbólica interpretada	p. 116-117 – analogia dos cubos no quarto de uma criança – uma sequência de 5 exemplos, 5 exemplos de modificações diferentes, em que a quantidade numérica (número total de cubos, antes e depois de cada modificação) não se altera. “Sua mãe o coloca com seus 28 cubos em um quarto no início do dia. (...) No final do dia (...), não importa o que ele faça com os cubos, restam sempre 28!” (p. 116)	Em cada um dos exemplos há uma generalização interpretada, ou seja, um exemplo de uma forma diferente do processo, que tem que ter um sentido ligado ao contexto específico de cada exemplo (situação)
4		p. 124 – generalização do caso de dois casos: “máquina de levantar pesos simples” e “máquina reversível”	Na verdade, todas as fórmulas deduzidas podem ser consideradas generalizações simbólicas interpretadas (pois são aplicações do princípio da conservação de energia para casos específicos)
5		p. 125 – “o princípio geral é que a mudança na energia é a força vezes a distância em que a força é impelida, e que se trata de uma mudança de energia em geral”	
6		p. 130 – fórmula da energia cinética para o caso de um pêndulo	
7	Exemplares	p. 116-117 – analogia dos cubos no quarto de uma criança – uma sequência de 5 exemplos, 5 exemplos de modificações diferentes, em que a quantidade numérica (número total de cubos, antes e depois de cada modificação) não se altera. Casos (exemplares): 1) dois deles estavam debaixo do tapete; 2) dois cubos foram jogados fora por uma janela aberta; 3) um coleguinha esteve no quarto e deixou ali dois cubos extras; etc. etc.	Cada exemplo tem a função de exemplar, embora dentro do campo analógico e não físico, ainda. Cada exemplo dá sentido ao termo (léxico): modificar (numérico) e “modificações pelas quais passa a natureza” (analogia com formas de energia)
8		<i>Energia potencial gravitacional</i>	
9		p. 119 – “máquina de levantar peso simples” – cujo desenvolvimento é baseado no argumento do ciclo de Carnot (eficiência das máquinas a vapor) – desenvolvimento da noção (léxico) de energia potencial gravitacional.	O ciclo de Carnot é um exemplar muito característico da textualização da linguagem da termodinâmica. A linguagem matemática, a fórmula, não se encontra separada, mas é desenvolvida junto ao exemplar (máquina de levantar peso simples). As variáveis e seus significados são construídos pela narrativa (linguagem comum) que descreve o exemplar. A

		fórmula da energia potencial gravitacional encontra-se em linguagem verbal (p. 124) e numa linguagem que mistura a verbal com a matemática (fig.1). Evitando assim, a escrita algébrica, que implicaria num nível de formalização mais avançado.
10	p. 122 – máquina reversível (máquina de levantar pesos)	Trata-se de uma pequena variação do exemplar anterior. De um exemplar a outro, temos uma ostensão.
11	p. 125-126 – pesos ligados sobre um plano inclinado	Este caso aparece ligado a um exemplar histórico – chamado epitáfio de Stevinus
12	p. 127-128 – macaco de rosca	
13	p. 128 – haste com pesos apoiada em uma extremidade	
14	<i>Energia cinética</i>	
15	p. 129-131 – Pêndulo simples	Neste caso, a fórmula aparece numa forma algébrica (p. 130)
16	p. 131 – uma mola sendo puxada	Embora não haja maiores desenvolvimentos neste caso, mas é exemplo, pois trata-se de aplicação da mesma generalização simbólica.

Tabela 1. categorias kuhniana, trechos do texto e comentários analíticos

O texto de Feynman trabalha uma das mais relevantes generalizações simbólicas da física: o princípio de conservação da energia, ligado a outras generalizações por similaridade estruturada pela noção de conservação. Não é à toa, portanto, que se trata do primeiro capítulo de um manual de formação de físicos, em que conceitos físicos são efetivamente apresentados. Mas é digno de nota que o texto se apresente na função de “ilustrar as ideias e o tipo de raciocínio que poderiam ser usados na física teórica” (p. 115).

O texto possui uma microestrutura que se repete, com variações, composta por dois elementos: generalização e exemplos de aplicação, que podemos chamar de exemplares. Esses elementos, dessa estrutura, aparecem primeiro na forma de uma analogia (p. 116-118), ou seja, sem uma situação da física propriamente dita, dentro de uma narrativa realística (há uma natureza, e simultaneamente, uma história, com personagens e pequenos enredos de acontecimentos, situações e cenário) que dá sentido analógico à generalização. Em seguida (p. 118-131) aparecem situações físicas propriamente ditas (exemplares), todas elas, variações de uma mesma ideia: máquinas simples, trabalhando termos como energia potencial gravitacional e energia cinética (léxico).

Podemos notar que a estrutura de sequenciamento de exemplos (aplicações), ou seja, a ostensão por similaridade, aparece já desde a analogia e internamente a ela (tabela 1, linha 11), com cinco deles. No caso da significação do léxico “energia potencial gravitacional”, também temos cinco exemplares que apresentam similaridade, e por ela, trabalham o significado do léxico. Esse trabalho de significação (interpretação), passa pela costura de cada exemplar a uma generalização simbólica interpretada, que no caso, é uma da fórmula específica para energia, que interpreta (relaciona linguagem/natureza) a generalização mais ampla para aquele caso específico, ou seja, uma generalização simbólica interpretada.

No caso da energia térmica (léxico) (p. 132), que não é detalhado como os anteriores, aparece um outro elemento que Kuhn também considera parte da matriz disciplinar (Kuhn, 2017, p. 208): um modelo, no caso, um modelo atômico-molecular da matéria: “Dentro de uma mola ou alavanca há cristais constituídos de inúmeros átomos (...)”. “(...) que fazem átomos começar a agitar-se dentro” (p. 132).

Assim, essa estrutura trabalha a ostensão apontada por Kuhn. E a conservação da energia é textualizada como uma série de casos similares, em que o léxico já apresentado (como *energia*) vai ganhando sentido, principalmente, como diferentes formas de energia, e outros elementos do léxico aparecem (como *sistema*, *máquinas reversíveis* e *irreversíveis*, etc.). E em cada caso (cada forma de energia), aparece uma estrutura matemática específica (a da energia potencial gravitacional, a da energia cinética). Em alguns casos, embora não haja um desenvolvimento tão detalhado, o caráter de similaridade é enfatizado, fornecendo, mais exemplos de situações que dão sentido a essa linguagem-mundo do princípio da conservação de energia.

Linguagens comum e matemática

Um caminho de ensino mais condizente, e de fato mais característico, com a futura prática do físico em formação, seria o das deduções matemáticas das generalizações simbólicas interpretadas a partir das generalizações simbólicas não interpretadas, pois elas “precisam ser reescritas em uma forma simbólica diferente para cada problema” (Kuhn, 2017, p. 209). No entanto, trata-se de uma prática que exige muito mais destreza e conhecimento matemático. Neste texto de Feynman, como evidenciamos, de natureza introdutória nessa formação, pode-se dizer que há deduções, mas elas se dão concomitante à exposição dos exemplares em linguagem comum, sendo a generalização simbólica interpretada uma consequência e não um ponto de partida (que seria esperado no caso de um exemplar na forma de um problema físico-matemático). Esta estrutura representa uma das formas pelas quais linguagens comum e matemática são entrelaçadas no/pelo texto de Feynman. Ali, as fórmulas adquirem, por repetição de casos similares (ostensão), o sentido de “formas de energia” (p. 118), que constituem, por sua vez, o sentido do princípio da conservação de energia em física.

Também se pode notar que as fórmulas (formas de energia) são deduzidas apenas até a página 130. Desta página até a final (p. 137), as similaridades continuam sendo apontadas, a generalização se amplia para outras formas de energia, e para outras aplicações do princípio da conservação, utilizando-se apenas a linguagem comum, mas enfatizando que há ou deveria haver uma fórmula para elas.

Implicações para a ensino e aprendizagem da física

Os resultados sugerem que o conhecimento físico sobre o princípio da conservação da energia é textualizado neste texto por um entrelaçamento entre linguagens comum e matemática, tornando-o um material com potencial para se trabalhar essas linguagens simultaneamente, e evidenciar e explorar suas relações de diferença, similaridade, complementaridade, bem como seus limites. O que se pode fazer, no contexto da física, com uma generalização simbólica escrita apenas em linguagem comum? O que se pode fazer, em física, com uma fórmula sem sua ligação com um léxico e uma situação do mundo (exemplar), que lhe dê sentido?

Como o próprio Feynman aponta, trata-se de um texto para “ilustrar as ideias e o tipo de raciocínio que poderiam ser usados na física teórica”, e, esperamos ter evidenciado, para ilustrar a linguagem da física, ou seja, uma introdução ao seu léxico que evidencie como palavras, expressões matemáticas e raciocínios se ligam à natureza de um modo específico. Modo este estruturado tanto pela linguagem

comum (verbal) (a física não deixa de utilizar palavras, frases, sentenças), quanto pela linguagem matemática.

A teoria kuhniana do léxico, corroborando com outras pesquisas da área, se mostra um referencial teórico-metodológico frutífero e rico para pensar e analisar o funcionamento da linguagem da física, considerando por linguagem, aquilo que interliga palavras e outras formas simbólicas à natureza. Ligações cujas regras, como coloca Kuhn, residem no seu próprio uso.

Os resultados também sugerem um modelo para se trabalhar complementarmente textos escritos em linguagem comum, que podem ser adequadamente selecionados e inseridos junto às práticas de resolução de problemas físico-matemáticos, numa organização sequencial didática adequadamente elaborada e estruturada. Tal inserção da linguagem comum via textos, não retira da formação dos físicos seus aspectos fundamentais, e acrescentaria à experiência do futuro professor maior capacidade de representar a física como linguagem (relação simbólico/natureza), fornecendo exemplar de experiência didática para se trabalhar simultaneamente as linguagens comum e matemática, como defendido por Almeida (2004).

Referências

Almeida, M. J. P. M. Linguagens comum e matemática em funcionamento no ensino de física. **Atas do II ENPEC**. Valinhos, SP: ABRAPEC, 1999.

Almeida, M. J. P. M. **Discursos da ciência e da escola**: ideologia e leituras possíveis. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.

Almeida, M. J. P. M. A relevância das linguagens matemática e comum na produção e ensino da física. **Atas do XX SNEF**. São Paulo: SBF, 2013.

Ballesterio, H. C. E. **Aprendizagem significativa da linguagem física em um curso de introdução à mecânica clássica no ensino superior**. Tese (doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Londrina: UEL, 2014.

Ballesterio, H. C. E.; Arruda, S. M.; Passos, M. M. A aprendizagem da linguagem física em um curso de introdução à Mecânica Clássica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 2018, p. 2-19. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n1p2>

Feynman, R. Conservação de energia. In: Feynman, R. **Física em seis lições**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999, p. 115-137.

Karam, R. A. S. e Pietrocola, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.181-205, 2009

Kuhn, T. S. **O caminho desde a estrutura**. 2ª ed. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

Mannrich, J. P. **Linguagem matemática, física e ensino: como licenciandos discutem essa relação**. Dissertação (mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Florianópolis: UFSC, 2014.

Silva, H. C. e Mannrich, J. P. Kuhn e a linguagem matemática na Física: contribuições para seu ensino. **Atas do IX ENPEC**. Águas de Lindóia, SP: ABRAPEC, 2013.

A LINGUAGEM DOS QUADRINHOS E O ENSINO DE FÍSICA: UMA PRODUÇÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

THE LANGUAGE OF COMICS AND THE PHYSICS TEACHING: A PRODUCTION OF HIGH SCHOOL STUDENTS

Vinicius Jacques¹, Vinicius de Gouveia², Henrique César da Silva³

¹Instituto Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/vinicius.jacques@ifsc.edu.br

²Instituto Federal de Santa Catarina/vinicius.gouveia@ifsc.edu.br

³Universidade Federal de Santa Catarina/Centro de Ciências da Educação/Departamento de Metodologia de Ensino/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/henriquecsilva@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta a análise da linguagem dos quadrinhos a partir de uma produção de estudantes do ensino médio de uma escola pública federal, resultante de uma intervenção didática sobre eletrodinâmica. Os estudantes produziram 20 roteiros relacionados aos diferentes gêneros dos quadrinhos: charge, cartum, tirinha e histórias em quadrinhos. Como recorte deste trabalho, foi analisada a produção de um roteiro que resultou na ilustração artística num único quadro – um cartum. Para análise, utilizamos como referencial teórico para descrever os elementos do quadrinho McCloud (2005) e Eisner (2010). A opção por este tipo de intervenção didática, que resultou na produção de materiais que utilizam a linguagem dos quadrinhos, se deu com o objetivo de dinamizar ações, favorecendo a participação ativa dos estudantes em sala de aula e exercitando a imaginação, o contexto lúdico e criativo – atributos fundamentais no ensino de Física. A análise evidenciou a potencialidade que resulta destas produções, enquanto exercício de aprendizagem da física e da linguagem, e que precisa ser potencializadas em discussões pós-produção.

Palavras-chave: Linguagem, Quadrinho, Ensino de Física, Eletrodinâmica.

Abstract

This work presents the analysis of the language of comics from a production of high school students from a federal public school, resulting from a didactic intervention on electrodynamics. The students produced 20 scripts related to the different genres of comics: cartoon, cartoon, comic strip and comic books. As part of this work, the production of a script that resulted in artistic illustration in a single scene, a cartoon, was analyzed. For analysis, we used the theoretical framework to describe the elements of the McCloud (2005) and Eisner (2010) comic. The option for this type of didactic intervention, which resulted in the production of materials that use the language of comics, was made with the aim of boosting actions, favoring the active participation of students in the classroom and exercising the imagination, the playful context and creative - fundamental attributes in the Physics teaching. The analysis

showed the potential that results from these productions, as a learning exercise of Physics and language, and that need to be enhanced in post-production discussions.

Keywords: Language, Comic, Physics Teaching, Electrodynamics.

Introdução

Quem nunca leu uma história em quadrinhos? Nunca se deparou com uma charge, um cartum ou uma tirinha de jornal? Com uma linguagem própria, os materiais que utilizam a linguagem dos quadrinhos são acessíveis, divertidos, ativam a imaginação, promovem uma forte ligação cognoscitiva com o leitor e têm uma grande penetração popular.

Apesar de vistas inicialmente como um produto menos valorizado socialmente, descartáveis culturalmente, e terem sofrido desprestígio quanto à utilização em sala de aula, as histórias em quadrinhos hoje são consideradas meios de comunicação, inclusive com jovens em formação escolar (VERGUEIRO, 2014).

Sua utilização como recurso pedagógico é incentivada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que trouxeram a noção de gênero textual para o debate didático (BRASIL, 1998). Outro marco na aceitação dos quadrinhos no ambiente educacional é a sua inserção nos livros didáticos (PIZARRO, 2009).

De suspeitos a aliados no contexto educacional, os quadrinhos têm adentrado nas escolas e nas salas de aula. Sua utilização é versátil e pode ocorrer em diferentes situações, como: introduzir ou aprofundar um tema, fomentar o debate ou instrumento de avaliação. Esta ferramenta didática une o aprendizado com o lúdico, além de investir na percepção visual, imprescindível para muitos alunos.

Entendemos que uma das vantagens da utilização dos diferentes gêneros dos quadrinhos no ensino é sua relação semiótica do icônico e do verbal – uma linguagem que favorece a compreensão e identificação do leitor com o enredo proposto – podendo ser utilizados em estratégias de ensino-aprendizagem em aulas de Física. A familiaridade com a linguagem também aproxima Ciência, aluno e professor, podendo tornar as aulas mais dinâmicas e motivadoras.

Neste contexto que surge este trabalho: uma análise da linguagem dos quadrinhos a partir de uma produção de estudantes do ensino médio em aulas de Física, buscando evidenciar possibilidades de aprofundamentos conceituais. A opção pela produção deste tipo de ferramenta se dá no intuito de ampliar e dinamizar ações discentes, incentivar a participação ativa nas aulas e conseqüentemente na construção do conhecimento, exercitar a imaginação, o prazer, a criatividade e o contexto lúdico – atributos fundamentais no ensino de Física e que são potencializados por gêneros que utilizam a linguagem dos quadrinhos.

A Linguagem em Quadrinhos

Materiais que utilizam a linguagem dos quadrinhos estão cada vez mais presentes no dia a dia dos estudantes, tanto dentro como fora da escola. Importante destacar que quando nos referimos a materiais que utilizam a linguagem dos quadrinhos estamos nos referindo a todos os gêneros que compartilham elementos comuns, como charges, cartuns, tirinhas e histórias em quadrinhos.

Neste sentido, corroboramos com Ramos (2018) ao entender que os quadrinhos representam um hipergênero que engloba vários gêneros com características comuns à linguagem dos quadrinhos – servindo as histórias em quadrinhos mais longas de base para todos os gêneros.

Os elementos básicos da linguagem em quadrinhos são inúmeros e se conectam, como: as imagens, os balões, o letreiramento, o requadro, anatomia expressiva, as onomatopeias, entre outros. O balão tenta tornar visível um elemento etéreo – o som; o letreiramento, dentro do balão, reflete a natureza e a emoção da fala; o requadro tem a função principal de moldura, dentro da qual se colocam objetos e ações; a anatomia expressiva está associada aos gestos e posturas do corpo humano, que compõe o vocabulário não verbal de gestos; as onomatopeias representam o som (EISNER, 2010). Frente às inúmeras sobreposições de elementos, Eisner (2010) salienta que é preciso que o leitor exerça habilidades interpretativas visuais e verbais. Diz ainda: “A leitura das histórias em quadrinhos é um ato de percepção estética e de esforço intelectual.” (EISNER, p. 2, 2010).

Comumente quando se refere a histórias em quadrinhos se associa narrativas contidas no interior de quadros, com o tempo avançando comparado ao anterior. No entanto, a narrativa pode ocorrer num único quadro, como na maior parte das charges e inúmeros cartuns.

A diferenciação entre as nomenclaturas instituídas de charge e cartum não é fácil. Ramos (2010) aponta que a diversidade de gêneros se dá por uma série de fatores, como: a intenção do autor, a forma como a história é rotulada pelas editoras, nome como foi popularizado. De maneira geral, a charge utiliza a caricatura, é temporal, localizada geograficamente, comumente irônica e associada a um contexto específico. Já o cartum raramente utiliza a caricatura, é universal, atemporal, comumente utiliza anedota e não está relacionado a um contexto específico.

A Intervenção em Sala de Aula

A intervenção didática ocorreu em uma turma do ensino médio integrado de uma escola pública federal, resultado de um projeto de estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Física. Na época da intervenção, a turma estava na terceira fase do curso técnico integrado em Telecomunicações, o que corresponderia ao segundo ano do ensino médio, comum na rede pública estadual ou particular de ensino. Foram abordados temas ligados à eletrodinâmica, em virtude das especificidades do currículo.

No primeiro encontro foram apresentadas a proposta de intervenção do estágio, assim como a de atividade avaliativa – produção de roteiros para quadrinhos (charge, cartum, tirinhas ou histórias com mais quadros). Foram apresentadas, ainda, noções básicas relacionadas aos quadrinhos e produção de roteiros com viés científico, a partir de exemplos produzidos pelo projeto¹ [Ciência]², além de histórias em quadrinhos gerais. Neste encontro, também foram abordados os aspectos gerais do modelo de Drude, modelo de bandas e noções de corrente e tensão elétrica.

No segundo e terceiro encontros foram realizadas atividades experimentais investigativas relacionadas a 1ª e 2ª leis de Ohm. O quarto e quinto encontros foram

¹ O [Ciência]² é um projeto de pesquisa que tem como objetivo produzir materiais que utilizem a linguagem dos quadrinhos relacionadas ao ensino de Ciências. (Projeto desenvolvido via edital nº 23/2018/PROPI/DAE, do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC).

dedicados a proposta de atividade avaliativa – a produção de roteiros para os diferentes gêneros dos quadrinhos relacionados às noções abordadas em aula.

Os roteiros produzidos pelos estudantes no quarto encontro foram esboçados por um mesmo ilustrador – bolsista do projeto [Ciência]². Esta estratégia foi utilizada para que os estudantes que não têm habilidades artísticas de desenhos não se sentissem desmotivados com a atividade. Desta forma, o foco da avaliação foi no roteiro. No quinto encontro os grupos socializaram e discutiram os esboços produzidos. A partir disso, o ilustrador fez a representação artística final dos roteiros propostos pelos estudantes.

Um Exemplo: O Quadrinho dos Reinos

Os estudantes apresentaram 20 propostas de roteiros com diferentes gêneros dos quadrinhos, que foram esboçadas pelo ilustrador, socializadas com toda a turma e, finalmente, ilustradas artisticamente. Parte deste processo será exemplificado a partir do recorte deste trabalho: análise da linguagem de uma ilustração, a partir do roteiro de uma equipe, representada artisticamente num único quadro.

A seguir, apresentamos o roteiro proposto pela equipe.

Havia 2 reinos: o reino da bateria e o reino da lâmpada. Após muitos anos de uma briga histórica, o reino da bateria finalmente prepara sua invasão de vingança. Porém, há um traidor entre “os baterias” e a invasão é exposta. E o reino da lâmpada está preparado para o ataque (o objetivo dos baterias é acender a lâmpada). (Estudantes do Ensino Médio).

O esboço produzido pelo ilustrador e socializado com toda a turma é representado na figura 1.

FIGURA 1 – ESBOÇO DO QUADRINHO DOS REINOS



Fonte: Estudantes do ensino médio. Esboço de Lucas Hass – [Ciência]²

Na figura 2 temos a arte final deste quadrinho.

FIGURA 2 – ILUSTRAÇÃO FINAL DO QUADRINHO DOS REINOS

Fonte: Estudantes do ensino médio. Ilustração de Lucas Hass – [Ciência]².

Denominamos o quadrinho final produzido de cartum, por ser um texto visual, ilustrativo, atemporal, não restrito a um contexto específico e apresentar inúmeros elementos da linguagem dos quadrinhos condensados num único quadro. Entendemos que a representação num único quadro não limita seu potencial provocativo, instigante, reflexivo e educativo.

A leitura e significação do quadrinho anterior não pode ser dada como algo objetivo e simplista. Os sentidos produzidos envolvem um processo complexo de produção de sentidos, dos quais além do sujeito, fazem parte a situação imediata e o contexto sociocultural (SILVA, 2006). Nesta perspectiva, apresentaremos algumas interpretações possíveis para o quadrinho e como elas se relacionam com as noções físicas abordadas durante as aulas.

Embora o quadrinho permita a diferentes leitores uma suposta autonomia de interpretação, nossa leitura não ocorre de forma absolutamente autônoma, pois estamos “contaminados” por suas condições de produção através das discussões realizadas em sala de aula, assim como na apresentação e socialização de seus autores – os estudantes. O roteiro produzido, a partir do qual foi realizada a ilustração, também não se deu de forma autônoma, pois foram influenciados pelos debates em sala de aula, das noções conceituais apresentadas, assim como outros inúmeros processos.

O quadrinho produzido faz uso da antropomorfização – dá qualidades/características humanas a elementos da natureza. Os elétrons livres são representados como personagens de um exército “atacante”. Já as imperfeições da rede cristalina do material condutor como o exército de “defesa”. Uma das motivações possíveis para a representação é o modelo de Drude para condução em metais, apresentado na intervenção didática.

Outros elementos que reforçam esta interpretação são os símbolos das unidades de medida para resistência elétrica (Ω) e corrente elétrica (A) nos escudos

dos personagens. A lâmpada e a pilha são dois elementos muito comuns e que foram utilizados no estudo de carga elétrica, fonte de tensão, corrente elétrica, resistência elétrica e circuitos elétricos. A lâmpada, por estar apagada, indica que não há passagem de corrente elétrica. A posição dos personagens traz ainda a ideia de imobilidade dos portadores de carga elétrica, mesmo que haja o movimento dos entes devido a agitação térmica, neste contexto, se pode dizer que na média as cargas possuem velocidade nula, como em um circuito elétrico com o interruptor aberto. O quadrinho sugere, ainda, que existe disponibilidade de elétrons livres e o cenário em tons de cinza nos lembra um metal.

O quadrinho da figura 2, embora bastante simples, apresenta inúmeros elementos da linguagem dos quadrinhos. Um deles é o exagero na simplificação. Eisner (2010) aponta que ao contrário de realismo, que evidencia o máximo de detalhes, a eliminação destes numa imagem faz com que seja assimilada de maneira mais fácil e acrescenta-lhes humor. Para McCloud (2005), a abstração de imagens pelo cartum não elimina apenas detalhes, mas faz com que nos concentremos em detalhes específicos. Reconhecemos um rosto pela representação, mesmo que simplificada, dos olhos e boca.

Outro recurso extremamente importante é o enquadramento da fala, comumente realizado a partir dos balões para tornar visível o som (EISNER, 2010). O autor aponta, ainda, que o uso de balões se ampliou e seu contorno deixou de ser um simples delimitador da fala. Ele acrescenta significado, reflete a natureza e emoção. No quadrinho da figura 2, o letramento em caixa alta e o contorno do balão de fala (do tipo explosão) sugerem que o personagem está gritando, clamando aos portadores de cargas elétricas (os elétrons) que entrem em movimento para acender a lâmpada. Para isso, os elétrons precisam “vencer” a resistência do material.

Corroboramos com Eisner (2010) que, ao apresentarem a sobreposição de palavra e imagem para a leitura de um quadrinho, é necessário que o leitor exerça suas habilidades interpretativas visuais e verbais. Afirma, ainda, que a compreensão de uma imagem requer um compartilhamento de experiências e que se desenvolva uma interação – pois o artista evoca imagens armazenadas em ambas as mentes.

Entendemos que diversos elementos articulados na figura 2 podem suscitar memórias, vivências e experiências, como: um homem em cima de um cavalo bravejando com uma espada na mão levantada, capacetes e escudos de batalhas, expressões faciais raivosas, a ideia de reinos, os símbolos da física, componentes de um circuito elétrico. Podemos relacionar inúmeros filmes, séries, livros, fatos históricos e noções científicas aos elementos anteriores.

Neste sentido, Eisner (2010, p. 10) aponta que:

Este símbolo básico, derivado de uma atitude bem conhecida, é amplificado por palavras, roupas, cenário e interação (com outra postura simbólica) para comunicar significados e emoção.

Temos, também, a postura do corpo e o gesto significando no texto:

O corpo humano, a estilização da sua forma, a codificação de seus gestos de origem emocional e de posturas expressivas são acumulados e armazenados na memória, formando um vocabulário não verbal de gestos. (EISNER, 2010, p. 103)

Há ainda, as expressões do rosto.

Trata-se de um terreno familiar à maioria dos seres humanos. Seu papel na comunicação é registrar emoções. (...) A cabeça (ou rosto) é usada com frequência pelos artistas para expressar a mensagem inteira do movimento corporal. É a parte do corpo com a qual o leitor está mais familiarizado. O rosto, é claro, também dá sentido à palavra escrita. (EISNER, 2010, p. 114).

Desta forma, acreditamos que os elementos anteriores articulados fazem com que leitor relacione o quadrinho com outras leituras, utilizando-as na sua interpretação, conscientemente ou não.

A partir do exemplo da figura 2, procuramos evidenciar os inúmeros elementos presentes num único quadrinho – elementos articulados à linguagem dos quadrinhos e aos aspectos conceituais. Noções que podem ser aprofundadas em sala de aula a partir da utilização destes materiais. Este recorte de análise corrobora com outros trabalhos da área (TESTONI e ABIB, 2003; ALBRECHT e VOELZKE, 2009; CARUSO e SILVEIRA, 2009; SANTOS e PEREIRA, 2011; CAMPANINI e ROCHA, 2015) quanto à potencialidade resultante da produção de quadrinhos pelos estudantes enquanto exercício de aprendizagem e que precisa ser potencializada pelo contexto de discussão pós-produção.

Considerações Finais

O quadrinho produzido e apresentado neste trabalho, fora de contexto e sem mediação docente, pode incentivar interpretações equivocadas e distantes das noções/modelos físicos aceitos. Por se tratar de uma analogia – elétrons livres como exército “invasor”, rede cristalina como exército de “defesa”, lâmpada e bateria como reinos – pode favorecer uma compreensão simplista e limitada. Podem, ainda, sugerir que elétrons livres e rede cristalina estejam em repouso, como sugerido pela imagem; ou uma concepção animista aos elétrons.

No entanto, com mediação docente adequada pode permitir uma reorganização daquilo que já era conhecido pelos estudantes. O uso desta ferramenta didática pode oportunizar, ainda, relações e comparações entre o que é e não conhecido pelos estudantes.

Estamos convencidos que a produção destes materiais por estudantes do ensino médio oportuniza que adolescentes sejam produtores/criadores das histórias contadas para os seus pares, utilizando as suas linguagens e a sua forma de se comunicar. Ou seja, estudantes ativos e protagonistas do processo de ensino.

Acreditamos ainda que este material contribui para minimizar a lacuna entre o que comumente está disponível para estudantes de escolas públicas e instrumentos didáticos alternativos: uma forma de oportunizar uma ferramenta alternativa e lúdica às aulas de Física, favorecendo a catarse, criatividade e imaginação. Elementos corroborados por Testoni e Abib (2003).

Entendemos que a produção destes materiais, como o quadrinho apresentado, assim como a utilização destas novas práticas em sala de aula, favorecem a democratização do conhecimento, ampliando o número de possibilidades dos materiais culturais em que o conhecimento científico circula e pelo qual se textualiza.

Como perspectiva futura, é necessário fazer com que este material circule em ambiente escolar, sobretudo em aulas de Física, para que se avaliem as possibilidades e limitações do uso deste gênero textual discursivo em sala de aula.

Referências

- ALBRECHT, E.; VOELZKE, M.R. Construção de histórias em quadrinho nas aulas de física: uma prática didática. In: *Anais do VII ENPEC*, Florianópolis, SC, 2009.
- BRASIL – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio*. Brasília: SEMTEC/MEC, 1998.
- CAMPANINI, B.D.; ROCHA, M.B. Oficinas de histórias em quadrinhos como recurso didático no Ensino de Ciências. In: *Anais do X ENPEC*, 2015.
- CARUSO, F.; SILVEIRA, C. Da Matemática ao Humor: Relato de um Trabalho de Ensino de Ciências Através dos Quadrinhos. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 4, n. 2, p. 39-46, 2009.
- EISNER, W. *Quadrinhos e arte sequencial*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.
- MCCLOUD, S. *Desvendando os Quadrinhos: história, criação, desenho, animação, roteiro*. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 2005.
- PIZARRO, M.V. As histórias em quadrinhos como linguagem e recurso didático no ensino de ciências. In: *Anais do VII ENPEC*, Florianópolis, SC, 2009.
- RAMOS, P. *A leitura dos quadrinhos*. SP: Contexto. 2ª ed., 2ª reimpressão, 2018.
- SANTOS, T.C.; PEREIRA, E.G.C. Oficinas de Histórias em Quadrinhos como instrumento de avaliação no ensino de Ciências. In: *Anais do VIII ENPEC*, 2011.
- SILVA, H.C. *Lendo imagens na educação científica: construção e realidade*. Pro-Posições, Campinas, v. 17, n. 1(49), p. 71-84, jan./abr. 2006.
- TESTONI, L.A.; ABIB, M.L.V. A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física. In: *Anais do IV ENPEC*, 2003.
- VERGUEIRO, W. *Uso das HQs no ensino*. In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula. São Paulo: Editora Contexto, 2014.

ELEMENTOS DA MATRIZ DISCIPLINAR DE THOMAS KUHN EM UMA ANÁLISE DA LINGUAGEM MATEMÁTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

ELEMENTS OF THOMAS KUHN'S DISCIPLINARY MATRIX IN AN ANALYSIS OF MATHEMATICAL LANGUAGE IN PHYSICS TEXTBOOKS: THE FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

William Borella¹, Henrique Cesar da Silva²

¹UFSC/PPGECT/william_borella@hotmail.com

²UFSC/CED/MEN e PPGECT/henriquecsilva@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem como tema a linguagem matemática no ensino de física, tomando como recorte empírico a primeira lei da termodinâmica em livros didáticos do ensino médio e a epistemologia de Thomas Kuhn como referencial teórico. Sua noção de matriz disciplinar (MD), que contempla os conceitos de generalizações simbólicas, exemplares, modelos e valores, e uma noção epistemológica de interpretação, possui grande potencial analítico sobre pensar o funcionamento da linguagem matemática da física no seu ensino. Apresenta-se a análise comparativa de dois livros do PNLD 2018. Através da abordagem kuhniana entende-se que a textualização dos conceitos está intrinsecamente relacionada à linguagem matemática da física e à educação científica, tanto no nível básico quanto no de formação de físicos. Observaram-se diferenças na forma como as generalizações simbólicas aparecem nos livros didáticos: no modo como aparecem interpretadas, na relação com os exemplares e na relação com os modelos. Diferenças relacionados à estruturação dos capítulos nos livros.

Palavras-chaves: Linguagem matemática; Livros didáticos; Matriz disciplinar.

Abstract

This paper has as a theme the mathematic language in the physics teaching, having the empirical cut from the first law of themodynamic in high school textbooks and Thomas Kuhn's epistemology as a theoretical framework. His notion of disciplinary matix, which includes concepts of symbolic generalizations, samples, models and values, and a notion of an epistemologycal interpretation, which has a great analytical potential about the thinking of the mathematics language performance in the physics teaching. Presenting the comparative analysis from two PNLD's 2018 books. Throughout the Kuhnian's approach, it is understood that the writing of the concepts is closely related from the physics' mathematical language to the scientific education, from the basic levels to the physicists' qualifications. Diferences are observed in the shape as the symbolic generalizations appear in the textbooks: the way in which they appear construed, in ralation to the specimens and models. Diferences related to the books' chapter organization.

Keywords: Mathematic language, textbooks, disciplinary matrix.

Introdução

O presente artigo teve como objetivo analisar livros didáticos no que tange às relações que esses possuem com a linguagem matemática da física à luz dos pressupostos teóricos de Thomas Kuhn, particularmente, de três dos componentes da matriz disciplinar, as generalizações simbólicas, os exemplares e os modelos e suas relações. Embora haja poucas pesquisas ainda acerca do tema, já há contribuições importantes.

Almeida (1999) já considerava a linguagem matemática da física como envolvida na representação da realidade, assim como a linguagem comum, defendendo a importância de um trabalho contínuo e paralelo com ambas as linguagens no ensino de física. A questão da linguagem matemática é fundamental pois diz respeito, entre outros aspectos, à questão do acesso ao conhecimento científico.

Pietrocola (2002) e Karam (2012), por exemplo, baseiam-se na perspectiva que a linguagem matemática possui um caráter estruturante na física e que ela, com suas especificidades participa do processo de construção da ciência não apenas como mera ferramenta de comunicação e expressão, mas estruturando o pensamento com o qual a física compreende a realidade. Ataíde (2012) por sua vez, optou por uma abordagem com base teórica na psicologia cognitiva concluindo que existe uma forte relação entre a visão que o estudante tem do papel da matemática na física e a resolução de problemas.

Ambos os autores tiveram como material empírico a análise de aulas no ensino superior. Karam (2012) baseou suas análises em aulas dadas por um professor experiente de graduação, já Ataíde (2012) planejou um estudo de caso com diversas atividades que envolvia a resolução de problemas e trabalhou com turmas do curso de licenciatura em física, ou seja, a análise foi de suas próprias aulas.

Dentre inúmeras possibilidades no trabalho pedagógico com relação à linguagem matemática, o livro didático segue sendo um importante recurso pedagógico e metodológico que participa da construção de processos educativos.

Nesta perspectiva, qual o papel dos livros didáticos de física no processo pedagógico da matematização da física como componente de conhecimento físico?

Para a tentativa de responder essa pergunta, vamos nos basear na teoria epistemológica proposta por Thomas Kuhn. Este autor estabelece que a produção do conhecimento físico está intimamente ligada à pedagogia científica, no sentido de que os processos de sua produção estão determinados pela formação do cientista e vice-versa (KUHN, 1978). De fato, ideias deste autor já vêm sendo mobilizadas para pensar esta temática (Ballesterro, 2014; Mannrich, 2014).

A partir do conceito de matriz disciplinar, principalmente nos elementos que ela abarca (generalizações simbólicas, exemplares e modelos) (KUHN, 1978, 2011), buscou-se a realização de uma análise comparativa dos textos de dois livros didáticos no que diz respeito à primeira lei da termodinâmica. A partir das considerações do autor sobre a linguagem da física e sua relação com a educação científica a nível superior no processo de formação futuros praticantes da ciência normal, foi possível

estabelecer parâmetros para análise de livros didáticos da educação básica, pois, entende-se que há profundas semelhanças entre estes e os manuais de ensino superior.

Espera-se que este tipo de análise possa fornecer subsídios para ações pedagógicas de mediação de leituras e uso de livros didáticos em sala de aula.

A matriz disciplinar e a linguagem matemática da física

Segundo Kuhn, um paradigma pode ser definido como um conjunto de práticas e valores partilhados por uma comunidade científica, ou seja, por aqueles atores responsáveis por praticar a ciência normal (KUHN, 2011).

A noção de Matriz Disciplinar (MD) foi desenvolvida por Kuhn para tentar esclarecer algumas ponderações levantadas pelos críticos a respeito do paradigma. Segundo Kuhn (p.226, 2011):

Para nossos propósitos atuais, sugiro “matriz disciplinar”: “disciplinar” por que se refere a uma posse comum aos praticantes de uma disciplina particular; “matriz” por que é composta de elementos ordenados de várias espécies, cada um deles exigindo uma determinação mais pormenorizada.

A MD conta com pelo menos quatro elementos-chave: exemplares, generalizações simbólicas, modelos e valores (KUHN, 2011). Nesta primeira aproximação, os enfoques se darão nos três primeiros elementos, ou seja, os exemplares, as generalizações simbólicas e modelos.

A relação pressuposta neste trabalho entre a linguagem matemática da física no seu ensino e a mobilização de elementos da MD de Kuhn para sua análise se baseia na percepção que o autor teve sobre a produção do conhecimento científico ter uma relação com a educação científica, ou seja, a formação dos futuros praticantes da ciência normal. O autor percebe a ênfase na utilização de manuais nessa formação acadêmica, ou seja, textos com características específicas, buscando atribuir a eles o lugar onde o produto da ciência é disposto para a formação de novos integrantes das comunidades científicas (KUHN, 2011). Esses manuais por sua vez têm as características dos componentes da MD. Além disso, as noções de generalizações simbólicas, de exemplares e modelos estão articuladas entre si e a uma concepção de linguagem de natureza epistemológica, revelando-se assim, um referencial com grande potencial analítico para pensar a física, seus textos e seu ensino.

Segundo Kuhn (p.227, 2011):

Rotularei de “generalizações simbólicas” um tipo importante de componente do paradigma. Tenho em mente aquelas expressões, empregadas sem discussão ou dissensão pelos membros do grupo [...] Falo dos componentes formais ou facilmente formalizáveis da matriz disciplinar. Algumas vezes são encontradas ainda sob forma simbólica: $f = m \cdot a$ ou $I = V/R$. Outras vezes são expressas em palavras: “os elementos combinam-se numa proporção constante aos seus pesos” [...] Se não fossem expressões geralmente aceitas como essas, os membros do grupo não teriam pontos de apoio para a

aplicação das poderosas técnicas de manipulação lógica e matemática no seu trabalho de resolução de enigmas.

O segundo, e mais importante componente da MD, são os exemplares que, na definição dada por Kuhn “[...] são soluções de problemas aceitas pelo grupo como, no sentido usual do termo, paradigmáticas (KUHN, p. 316, 2011)”.

A partir dessa relação o estudante em formação passa a conceber a natureza em um processo intermediado pelos exemplares com o auxílio das generalizações simbólicas e a posse comum da interpretação. De acordo com Kuhn, a interpretação é o processo que possibilita que as generalizações simbólicas, e, entre elas, aquelas expressas em linguagem matemática, tenham sentido em relação ao mundo, ou seja, adquiram sentido epistemológico, pois é ela quem faz a ligação com a referência empírica (KUHN, 2011). Assim, para Kuhn, a interpretação, ou seja, a relação entre linguagem e mundo, é adquirida pelo futuro físico, pela prática recorrente e ostensiva de uso de generalizações simbólicas em concomitância com os exemplares.

Para que as generalizações simbólicas não sejam apenas “como expressões num sistema puramente matemático (KUHN, p.317, 2011)” elas precisam ter sentido físico ou seja, as generalizações simbólicas são interpretadas quando fazem referência com o mundo real. E esse processo de referenciação se dá pelos exemplares e pelos desenvolvimentos de formulações específicas da generalização aplicadas a cada caso que represente uma situação em que a natureza se comporta daquela maneira.

O conceito de Modelos proposto por Kuhn se estabelece na relação entre as generalizações simbólicas e exemplares de modo a organizar os compromissos partilhados pelos membros de uma comunidade científica perante um determinado conhecimento, segundo Kuhn (p.229, 1978):

Entre outras coisas, fornecem ao grupo suas analogias ou metáforas preferidas ou permissíveis, Desse modo auxiliam a determinar o que será aceito como uma explicação ou como uma solução de quebra-cabeça e, inversamente, ajudam a estabelecer a lista dos quebra-cabeças não-solucionados e a avaliar a importância de cada um deles.

A concepção de Kuhn sobre a estruturação do conhecimento científico por meio dos exemplares e da generalização simbólica pode, assim, fornecer uma abordagem da problemática da matematização da física no seu ensino, com grande potencial analítico para a compreensão dos processos pedagógicos ligados aos conhecimentos físicos. O processo de interpretação está presente, mas não é explícito nem explicitado, aparecendo como meros processos de manipulações matemáticas com o objetivo de se encontrar um resultado numérico.

Análise dos livros: resultados e discussões

A análise se deu sobre os livros *Física em Contexto* (PIETROCOLA et al, 2016) e *Ser Protagonista* (VALIO et al, 2016). A justificativa da utilização de dois livros

se dá pela diferença de abordagem da Primeira Lei da Termodinâmica entre eles. O livro *Ser Protagonista* adota uma postura mais clássica e que comumente vemos em livros didáticos de ensino básico, a Primeira Lei da Termodinâmica está em destaque, no início de um capítulo e segue a sequência de definição verbal, equação (definição matemática), exercícios resolvidos e lista de exercícios. Já o livro *Física em Contexto* é estruturado de forma que a Primeira Lei da Termodinâmica seja um tópico em meio ao capítulo que dá ênfase às máquinas térmicas.

O livro *Física em Contexto* em sua estruturação aborda o capítulo em que fala sobre a Primeira Lei da Termodinâmica de forma a trazer os exemplares descritos por Kuhn em forma de casos particulares (diferente tipos de motores), antes da generalização simbólica da Primeira Lei da Termodinâmica na forma matemática ser aplicada a um caso específico (o do um motor a combustão) (fig. 1). Ou seja, a generalização simbólica em linguagem matemática aparece já interpretada.

Nessa perspectiva, ambos os livros adotam como Modelo (KUHNS 1978) o modelo cinético-molecular da matéria como princípio organizacional da Primeira Lei da Termodinâmica. No livro *Ser Protagonista* logo nas primeiras páginas do primeiro capítulo do livro há a caracterização de que para entender os conceitos é necessário entender o modelo cinético-molecular da matéria, da mesma forma que ocorre com o livro *Física em Contexto*, apesar que nesse segundo não está disposta com essas palavras, mas, com exemplos de tipos de energia, onde na energia térmica é aquela que está associada à vibração de átomos ou moléculas.

No caso do Livro *Ser Protagonista* a Primeira Lei da Termodinâmica se apresenta no início do capítulo sobre as Leis da termodinâmica e é apresentada pela equação matemática (fig. 2) de forma mais genérica, ou seja, não interpretada e posteriormente, no decorrer do livro são apresentados os exemplares na forma a problemas e aplicações.

A Primeira Lei da Termodinâmica¹ é uma das formas em que se encontra o princípio da conservação de energia (que pode ser expresso também por outras generalizações simbólicas), tem relação com o modelo cinético-molecular para a matéria, e relaciona as grandezas de quantidade de calor, variação de energia interna e trabalho. Ela expressa matematicamente a ideia de que para um sistema termodinâmico, a energia transferida (calor) ao/ou do sistema pode se transformar em variação de energia interna (quando aumenta ou diminui sua temperatura) e/ou em trabalho (quando o volume aumenta ou diminui). Ou seja, a energia do sistema sempre se conserva, trabalho e calor são equivalentes e a energia interna é uma função que depende apenas dos estados inicial e final do sistema.

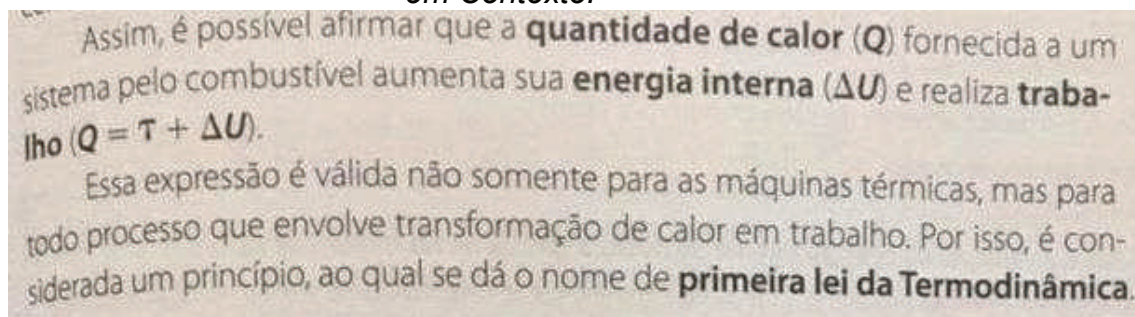
As análises demonstram uma relação entre o conceito da Primeira Lei da Termodinâmica e a teoria Kuhniana no sentido de que se estabelecem na educação básica características parecidas com as do treinamento que um estudante de educação científica a nível superior tem durante sua carreira.

Nessa perspectiva, a utilização das generalizações simbólicas e dos exemplares no processo pedagógico tem a ver com a interpretação do mundo real pela qual se conduz o sujeito aprendiz.

¹ A forma atual parece ter aparecido primeiramente nos artigos de Clausius de 1850 e de Thomson de 1852, embora o princípio da conservação da energia tenha todo um desenvolvido complexo bem anterior.

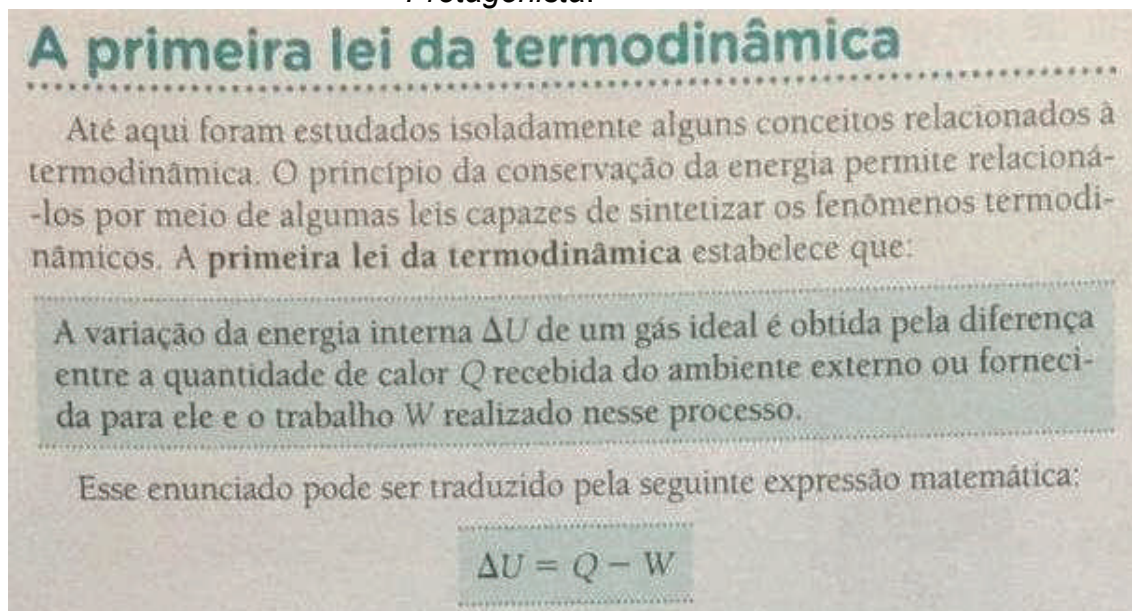
A Primeira Lei da Termodinâmica pode ser, portanto, considerada uma generalização simbólica, expressa tanto verbal quanto matematicamente. Eis (fig. 1 e 2) como ela aparece em cada um dos livros analisados.

Figura 1: Equação da primeira lei da termodinâmica no livro didático *Física em Contexto*.



Fonte: FÍSICA EM CONTEXTO, vol.2, 2016, p.165.

Figura 2: Equação da primeira lei da termodinâmica no livro didático *Ser Protagonista*.



Fonte: SER PROTAGONISTA: Física, 2º ano, p. 94, 2016.

Como se pode observar, os dois livros possuem uma generalização simbólica, contudo, elas se mostram diferentes. Primeiramente há uma diferença nos símbolos utilizados. O livro *Física em Contexto* (Figura 1) possui um simbolismo “τ” (letra grega tau) para representar o trabalho realizado, enquanto o livro *Ser Protagonista* (figura 2) utiliza da letra “W”. Além da diferença simbólica da equação, também nota-se uma diferente organização de variáveis: na fig. 1 a variável isolada é a quantidade de calor “Q” e na figura 2 a variável isolada é a variação de energia interna “ΔU”. Além disso, é possível observar a disposição delas em meio ao texto. Na fig. 1 a equação aparece entre parênteses no fim de uma frase onde são destacadas em negrito as variáveis da Primeira Lei da Termodinâmica estudada. Já na figura 2 há uma clara posição de destaque para a equação. Outro ponto importante é que na figura 1 e 2 é possível ver presente não somente a linguagem matemática no formato de equação matemática

como ela representada de forma verbal, ao se utilizar do termo “aumenta” e “diferença” que faz referência a uma operação de adição e subtração respectivamente.

Nota-se ainda um destaque para o que Kuhn descreve sobre as generalizações simbólicas. Os livros acima citados possuem diferenças que aqui chamaremos de generalizações simbólicas interpretadas e generalizações simbólicas não interpretadas. A figura 1 ao fazer referência à Primeira Lei da Termodinâmica faz uso de uma referência empírica que é um motor à combustão com o termo “fornecida ao sistema pelo combustível” e “Essa expressão é válida não somente para as máquinas térmicas”, ou seja, a generalização simbólica já está interpretada no sentido de fazer ligação com o mundo real (uma máquina térmica). No entanto, na fig. 2 o livro se refere à Lei de forma inicial, ou, mais genérica, ou seja, ela não está interpretada, não se refere a nenhuma aplicação. Isso só aparecerá posteriormente neste livro.

Para Kuhn (1978), as generalizações simbólicas são um conjunto de expressões que são empregadas sem discussão pela comunidade e que dão sustentação para o trabalho do cientista em descobrir resoluções de problemas estilo quebra-cabeça. Como observado nas figuras acima, essas expressões simbólicas podem se apresentar em diferentes formatos e arranjos, tanto na forma equacional como verbalmente. Embora, mesmo verbalmente, o pensamento matemático esteja presente.

Apesar das diferenças das generalizações simbólicas dos livros *Física em Contexto* e *Ser Protagonista*, ambos ainda buscam trazer exemplos compartilhados pela comunidade científica.

No caso da figura 2 ela está em consonância com a Primeira Lei da Termodinâmica, a generalização simbólica representa a base equacional que servirá como ponto de partida para a resolução dos problemas (exemplares) que se encontram no livro didático (KUHNS, 1978).

No caso da figura 1 as generalizações simbólicas se estabelecem no plano científico de forma a seguir um formalismo que pode ser aplicado a cada caso: (p. 317 e 318, 2011):

Nas ciências, as generalizações simbólicas se comportam, em geral, de modo bem diferente, são mais esboços de generalizações do que generalizações, são formas esquemáticas cuja expressão simbólica detalhada varia de aplicação em aplicação. Para o problema da queda livre, $f = m \cdot a$ transforma-se em $m \cdot g = m \cdot \frac{d^2}{dt^2}$.

Nessa perspectiva, é válido ressaltar que as generalizações simbólicas de cunho mais amplo –figura 2- são de conhecimento de toda a comunidade científica. E é através delas que se inicia o processo de resolução do problema proposto, contudo, elas passam a ser interpretadas quando aplicadas a essas situações específicas adquirindo o caráter científico (epistemológico) por fazer relação com o mundo real.

Essa competência de ter a interpretação das formas esquemáticas e aplicá-las a problemas reais são adquiridas, segundo Kuhn (1978) através da educação científica sob a repetição na prática de resoluções de problemas, onde, por similaridade o estudante adquire a capacidade de entender os problemas e interpretar as generalizações simbólicas aos exemplares propostos nos livros. “(KUHNS, p.323, 2011) O estudante descobre uma forma de ver que seu problema é semelhante a outro que já viu antes.” Modelos, eventualmente participam deste processo. No caso

da Primeira Lei da Termodinâmica, o modelo cinético-molecular em um papel fundamental.

Conclusão

Apesar de Kuhn não estar articulando sua teoria com o ensino básico, mas sim, sobre a produção do conhecimento científico que no desenvolvimento da sua teoria acaba por entrar no campo da formação dos cientistas, ou seja, o campo pedagógico da física, sua teoria revela-se com grande potencial para análise da linguagem matemática na física e no seu ensino. Nessa análise-piloto foi possível observar as relações entre os componentes da MD no livro didático de física do ensino básico, como as generalizações simbólicas que estão no livro didático e sua relação com os exemplares e modelo, e o papel da interpretação para que elas tenham sentido físico, ou seja, o modo como conectam linguagem da física, incluindo a matemática e realidade.

Referências bibliográficas

- ATAÍDE, A. R. P. de. **O papel da matemática na compreensão de conceitos e resolução de problemas de termodinâmica**. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História da Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
- BALLESTERO, H. C. E. **Aprendizagem significativa da linguagem física em um curso de introdução à mecânica clássica no ensino superior**. 134 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.
- KARAM, R. A. S. **Estruturação matemática do pensamento físico no ensino: uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas**. 292 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Educação, Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo, Perspectiva, 1978
- KUHN, Thomas S.. **A Tensão Essencial**. São Paulo: Editora da Unesp, 408 p, 2011.
- MANNRICH, J. P. **Linguagem matemática, Física e Ensino: Como licenciandos discutem essa relação**. 258 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- PIETROCOLA, M. *et al.* **Física em contexto 2 - Ensino Médio**. 1 ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.
- PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.
- VALIO, A.B.M *et al.* **Ser protagonista: física 2 - Ensino Médio**. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

RESSIGNIFICAÇÕES DO USO DE MEIOS MEDIACIONAIS NAS AÇÕES DE UM PROFESSOR EM SALA DE AULA

RE-SIGNIFICATIONS OF THE USE OF MEDIATIONAL MEANS IN THE ACTIONS OF A PROFESSOR IN THE CLASSROOM

Leandro Antônio de Oliveira¹, Eliane Ferreira de Sá²

¹UFMG/FAE/Programa de Pós Graduação em Educação/, leandroquiufmg@gmail.com

²UEMG/Ibirité/Departamento de Educação e Ciências Humanas/, elianefs@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta como objetivo central investigar como a utilização não usual que um professor faz de objetos mediadores possibilita novas ressignificações para esses objetos durante o compartilhamento de significados em sala de aula. Os dados foram gerados a partir da gravação em vídeo de uma aula sobre atividade óptica, ministrada em uma Instituição Federal de Ensino Superior. Inicialmente, produzimos mapas de episódios da aula e construímos diagramas de mapeamento do uso de meios mediacionais pelo professor. Posteriormente, realizamos uma microanálise de fragmentos de alguns episódios nos quais o professor utilizou os objetos, ressignificando-os nessas ações. Os resultados mostram que essas ressignificações são idiossincráticas, mas ampliam e potencializam as qualidades dos meios mediacionais no ato de ensinar. Acreditamos que esses resultados trazem contribuições pontuais, mas importantes para o entendimento das aulas de professores universitários, além de propiciar a discussão e reflexão sobre o uso de diferentes recursos materiais que potencializam o trabalho do professor.

Palavras-chave: ação mediada, meios mediacionais, ensino superior.

Abstract

This article has as main objective to investigate how the unusual use that a professor makes of mediational objects possible new meanings for these objects during the sharing of meanings in the classroom. The data were generated from the video recording of a class on optical activity, taught in a Federal Institution of Higher Education. Initially, we produced episode maps of the lessons and constructed diagrams mapping the use of mediational means by the professor. Subsequently, we performed a microanalysis of fragments of some episodes in which teachers use the objects, re-signifying them in these actions. The results show that these re-significances are idiosyncratic, but amplify and potentiate the qualities of mediational means in the act of teaching. We believe that these results bring important contributions to the understanding of university teachers' lessons, as well as providing discussion and reflection on the use of different material resources that potentiate the work of a teacher.

Keywords: mediated action; mediational means; higher education.

Introdução

Os professores, de maneira geral, usam objetos materiais na busca de facilitar o compartilhamento de significados em suas aulas. Partilhamos da ideia que objetos materiais possuem essa dimensão mediacional na ação do professor. Nessa direção, levamos em consideração os aspectos do que Wertsch (1998) denomina “meios mediacionais” ou, outros autores, “artefatos culturais” (Otero, 2003; Nakou, 2007; Tomasello, 2003).

Neste trabalho, nos referimos a esses objetos materiais principalmente como meios mediacionais. Essa denominação explicita nosso foco de análise nos meios mediacionais que possuem uma dimensão material e que são usados para auxiliar na construção de significados em ambientes de aprendizagem. Eles podem ser objetos comuns utilizados por professores em salas de aula, como o quadro de giz, retroprojetor, modelos concretos, aparatos experimentais, etc.

Para nossas reflexões, utilizaremos como base, alguns conceitos-chave de Wertsch (1998), a fim de entender melhor a Teoria da Ação Mediada no processo de construção de significados. Wertsch (1998) apresenta dez propriedades que caracterizam a ação mediada, algumas delas com potencial para subsidiar a análise da resignificação dos meios mediacionais, foco desta pesquisa. Além disso, também consideramos o conceito de *affordances* atribuídas à ação (Gibson, 1986). Contudo, acreditamos que os meios mediacionais utilizados por professores sempre apresentam novas possibilidades de significação ao serem usados. Nesse sentido, nos propomos a investigar como os meios mediacionais utilizados por um professor de física universitário são resignificados nas interações com os estudantes em sala de aula.

Meios mediacionais em salas de aula

O uso de meios mediacionais pode ser caracterizado como ação mediada, no sentido exposto por Vigotski (2001) e aprofundado por Wertsch (1998). Este autor considera, como propriedade fundamental da ação mediada, a tensão irreduzível entre o sujeito e os meios mediacionais com os quais ele atua. Wertsch (1998) sugere, como unidade de análise, o sujeito-atuando-com-meios-de-mediação, pois não há como separar agente e meio mediacional. Isso porque, na ação mediada é difícil perceber o que é exclusivamente do sujeito e o que é próprio do meio mediacional. Portanto, a exemplo do que Wertsch afirma, os agentes não se configuram isoladamente, mas sempre como indivíduos atuando com meios mediacionais.

Outra propriedade dos sujeitos-agindo-com-meios-mediacionais, destacada por Wertsch (1998, 1991), está relacionada ao conceito de *affordances* (potencialidades e limites), cunhado por Gibson (1986) para designar as propriedades ambientais disponíveis a certo indivíduo ou espécie animal, que permitem ou restringem a sua ação. Gibson caracteriza a ideia das *affordances* como sendo uma implicação sobre o modo como vemos as coisas, como chegamos até elas e o que fazemos, ou não, com elas. Segundo ele, o que isso sugere é que “a percepção visual que temos do ambiente serve ao comportamento e o comportamento é controlado pela nossa percepção” (Gibson, 1986, p. 223). Para Wertsch (1998), os indivíduos podem reconhecer e apropriar-se das *affordances*

inerentes aos meios mediacionais, mas também podem limitar a sua ação tendo em vista o modo de uso desses mesmos meios.

Outra propriedade da ação mediada proposta por Wertsch que nos auxiliará em nossas análises é denominada spin-off. Essa propriedade refere-se, dentre outras ideias, à noção de que os instrumentos de mediação são muitas vezes produzidos para outras finalidades que não as que estão sendo consideradas numa ação mediada específica. Wertsch (1998) considera que os usos de meios mediacionais se tornam “acidentes”, com potencial inesperado capaz de transformar a ação. Spin-off pode ser, segundo Wertsch (1998), a norma e não a exceção quando se trata de meios utilizados na ação mediada que passaram por tal processo. Isso significa que a maioria das ferramentas culturais que nós utilizamos não foram projetadas para os fins em que estão sendo empregadas. Isso sugere que elas podem passar por processos de ressignificação ao longo do tempo.

Esse processo de ressignificação dos meios mediacionais, que tem por base a noção de spin-off, pode ser caracterizado como uma mudança nas funções que esses meios assumem numa ação específica.

Descrição Metodológica

Para a investigação aqui relatada realizamos uma busca, no banco de dados que serve ao nosso grupo, por videogravações de aulas que demonstrassem situações de uso, por professores, de recursos materiais com potencial inovador ou que apresentassem alguma característica, não usual, de ações em ambiente universitário. A partir da busca, selecionamos uma aula de Física em que o professor utilizava um transferidor, objeto normalmente utilizado para medir ângulos, com função diferente desta, nesse caso, como um prisma para reproduzir a dispersão da luz em uma demonstração experimental. A aula selecionada foi filmada em 2011 e teve a duração de 01 hora e 33 minutos. A unidade didática da qual a aula foi selecionada tratava do tema atividade óptica, em especial, a polarização da luz.

Após a seleção da aula, realizamos a etapa de macroanálise e com o auxílio do software Nvivo11, construímos o mapa de episódios de cada uma delas. Esses episódios são, de acordo com Mortimer e colaboradores, “um conjunto coerente de ações e significados produzidos pelos participantes em interação, que tem início e fim claros e que pode ser facilmente discernido do episódio precedente e do subsequente” (Mortimer, et al., 2007, p. 61). Para dividir a aula em episódios, levamos em consideração os temas e conceitos introduzidos e finalizados pelo professor, as suas ações com os recursos, bem como as interações entre ele e os estudantes.

Após a produção dos mapas de episódio, realizamos a etapa de microanálise para identificarmos aqueles episódios nos quais o professor usava meios mediacionais de modo ressignificado. Com os episódios selecionados, realizamos a fragmentação de trechos em que essa ressignificação dos recursos acontecia. Desse modo, realizamos a descrição desses fragmentos complementando-os com a transcrição da fala do professor para posteriormente analisarmos as ressignificações.

O fragmento que selecionamos para análise teve duração de 05 minutos e 12 segundos.

Apresentação e análise dos dados

No decorrer da aula, o professor utilizou três recursos para compartilhar significados com os estudantes: o projetor multimídia, o quadro branco e um aparato experimental.

O projetor multimídia foi utilizado pelo professor para resumir e destacar alguns conceitos abordados nas aulas anteriores e aqueles que ele abordava durante a aula. O quadro branco, por sua vez, foi utilizado para desenhar um esquema para representar o que ocorre durante fenômeno de polarização dielétrica. Por último, como aparato experimental, o professor utilizou um retroprojetor e dois filtros polarizadores, no qual desenvolveu uma demonstração experimental sobre polarização da luz.

Devido ao desenvolvimento tecnológico, o retroprojetor vem perdendo espaço no cotidiano das salas de aula, e praticamente tem sido substituído por meios de projeção mais sofisticados, como o projetor multimídia. Entretanto, nesta aula, esse recurso foi utilizado paralelamente com o projetor multimídia. Porém, os dois suportes de projeção possuíam funções bem distintas. Isso porque o professor utilizou o projetor multimídia com a finalidade de projetar textos e imagens, enquanto o retroprojetor foi utilizado para reproduzir e projetar o fenômeno da polarização da luz.

Para realizar a demonstração experimental o professor utilizou, além do retroprojetor, um conjunto de materiais colocados sobre filtros polarizadores e explorou os fenômenos reproduzidos para cada um deles. Esses materiais são uma peça retangular de acrílico, um transferidor meia-lua, uma fita adesiva transparente, um pedaço de papel celofane amassado e um pedaço de mica. Para melhorar a visibilidade do experimento, o professor o projetou na tela em frente ao quadro branco, por meio do retroprojetor.

Alguns desses materiais são comuns no cotidiano escolar, como o transferidor meia-lua, a fita adesiva e o papel celofane. Porém, o professor explorou outras funções nesses objetos, diferentes das usuais justificando da seguinte maneira:

Isso aqui é um transferidor fabricado em acrílico / também de plástico / quando você olha isso aí / sobre luz polarizada / você vê também regiões onde antes não passava luz / nem a luz do polaróide estava cruzada e aqui / nitidamente está passando luz de frequências diferentes e em regiões diferentes / isso aqui então / é um tipo de atividade óptica / que depende da frequência da luz / quer dizer / diferentes cores são geradas / tem a ver com a direção de polarização / porque o campo elétrico é gerado em ângulos diferentes.

O professor fez vários giros na lâmina polarizada em cima do transferidor de forma a evidenciar o aparecimento e o desaparecimento do fenômeno físico, na projeção (Figura 1).



Figura 1: Uso do aparato experimental para verificar a atividade óptica no transferidor.

Após a ação com o transferidor no aparato experimental, o professor utilizou uma placa de vidro onde foram coladas sucessivas camadas de fita adesiva transparente, de modo a formar duas figuras: um raio e a uma estrela. Ele explicou o uso da fita adesiva da seguinte maneira:

A fita adesiva também é um polímero / o material usado na fabricação dele é esticado / deformado / e aí / apresenta também atividade óptica / quando você olha isso sobre uma luz polarizada / independente aqui da direção de polarização da luz / você não vê efeito nenhum / porém se você usar os dois polaróides cruzados / ((veja)) aí que maravilha né / aí você vai ver diferença / a luz que atravessa o material / tá / dependendo se antes não estava passando luz porque os campos elétricos estão cruzados / agora passa em certas regiões / luzes de frequências diferentes. Então você tem uma atividade óptica / quer dizer / tá passando luz. É porque a direção de polarização da luz foi mudada / ao passar / ao atravessar esse material / esse giro na direção de polarização depende da espessura / depende do tanto que a luz atravessa um material / esse material que produz cores diferentes e também apresenta uma dependência com a frequência. Quer dizer / diferentes cores de luz / diferentes frequências são geradas de ângulos diferentes / por isso / então / o efeito de cor.

A fita adesiva é constituída por uma superfície coberta por uma substância colante, sendo usada para juntar duas superfícies, mas também é um polímero que apresenta atividade óptica. Desse modo, o professor utilizou este objeto com a função de evidenciar o mesmo fenômeno óptico de polarização obtido com o transferidor, só que agora, formando múltiplas cores que se alternavam no desenho projetado, dependendo do giro feito nos filtros polarizadores. Como anteriormente, ele fez giros sucessivos nos filtros de modo a evidenciar o aparecimento e desaparecimento da atividade óptica (Figura 2).

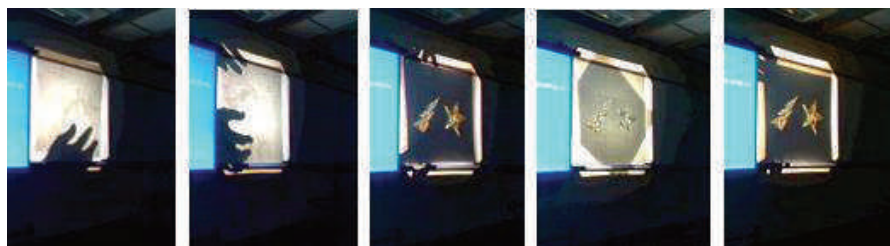


Figura 2: Uso do aparato experimental, para verificar a atividade óptica na fita adesiva.

O professor também realizou ações semelhantes usando um pedaço de papel celofane amassado e pedaços de mica, material cristalino natural que se forma por meio de lâminas, discutindo o mesmo fenômeno de polarização.

Discussão

No caso dessa aula, despertou nossa atenção o modo como o professor utilizou o aparato experimental (retroprojeter e filtros polarizadores) para reproduzir o fenômeno da atividade óptica com os objetos: transferidor meia-lua, fita adesiva, papel celofane e mica.

O retroprojeter é um artefato cuja função original é a de projetar imagens, tendo sido muito utilizado em salas de aula para projetar textos e figuras. Entretanto, essa função foi sendo substituída paulatinamente pelo projetor multimídia, que cumpre tal função com mais qualidade e mais versatilidade. Por exemplo, nesse novo recurso de projeção, os textos dos slides são produzidos no próprio computador, as imagens são retiradas da *internet* com qualidade e nitidez e existe a

possibilidade de usar animações e vídeos. Entretanto, o retroprojetor conserva a função de projetar fenômenos, que o projetor multimídia não cumpre. Uma maneira de fazer isso, com o projetor multimídia, seria por meio da filmagem do fenômeno. Entretanto, com o retroprojetor, a imagem projetada é real, está acontecendo no momento da ação, enquanto a imagem projetada pelo projetor multimídia é virtual, pois o fenômeno aconteceu em outro momento. Acreditamos que o retroprojetor ainda não se tornou obsoleto porque ele tem essa função de projetar fenômenos de interesse das ciências naturais. Por isso, mesmo sendo substituído pelo projetor multimídia, suas funções não foram esgotadas por esse outro recurso.

No caso do uso específico do retroprojetor no fragmento descrito, o recurso permitiu ao professor produzir na sala de aula fenômenos ópticos que ele estava apresentando conceitualmente, por meio de textos e fórmulas, no projetor multimídia. Além disso, nos chama a atenção a função que ele atribuiu ao uso do transferidor e da fita adesiva em suas ações.

O retroprojetor deixa de ter a função de um suporte material para projeção e passa a se constituir como um aparato experimental capaz de reproduzir o fenômeno de atividade óptica. Nesse contexto, podemos afirmar que, como há uma forma nova de mediação, ampliam-se as possibilidades de compartilhamento de significados quando o retroprojetor é usado dessa forma na aula. Desse modo, a ação de professor com o retroprojetor e os objetos de acrílico produziram ressignificações na aula e potencializaram as qualidades desses objetos no ato de ensinar.

O mesmo pode ser pensado ao se analisar as funções preestabelecidas do transferidor meia-lua e da fita adesiva, por exemplo. No caso do transferidor meia-lua, esse objeto é muito utilizado na atividade de resoluções de problemas de geometria, pois auxilia, por exemplo, na medição de ângulos de figuras. Nesse sentido, ele normalmente pode ser classificado como objeto mediador metrológico. Por outro lado, a fita adesiva é utilizada pelas funções normalmente atribuídas a ela de juntar superfícies. Porém, durante a aula, esses dois recursos materiais se configuram como objetos importantes para complementar o aparato experimental no sentido de reproduzir o fenômeno de polarização da luz. Desse modo, podemos classificá-los, em função de sua utilização nas ações do professor, como objetos mediadores ressignificados.

O aparato experimental não é estático e também sofreu modificações ao longo da ação. Por exemplo, como resultado do uso do transferidor, apareceu na projeção um espectro com todas as cores. A representação de um fenômeno por meio de um conjunto de objetos expandiu as formas de mediação e construção de significados.

Visualizamos, na Figura 3, um resumo de como as ressignificações dos meios mediacionais causaram transformações em suas funções, nas aulas.

Meios mediacionais	Função do meio mediacional antes da ação do professor	Classificação do meio mediacional antes da ação	Função na ação do professor	Classificação do meio mediacional durante a ação
Retroprojetor	Projetar textos e imagens	Meio que faz uso de suporte material de projeção	Reproduzir um fenômeno por meio de experimento	Objeto mediador experimental e Objeto mediador ressignificado
Transferidor meia-lua	Medir ângulos de figuras geométricas	Objeto mediador metrológico	Ser usado como material que possui atividade óptica	Objeto mediador ressignificado

Fita adesiva	Fixar superfícies	Sem classificação	Ser usado como material que possui atividade óptica	Objeto mediador ressignificado
--------------	-------------------	-------------------	---	--------------------------------

Figura 3: Síntese dos meios mediacionais utilizados e as transformações que as ressignificações nos seus usos causaram.

Essas ressignificações produzidas pelo professor se relacionaram com a propriedade que trata da transformação da ação mediada: os *spin-off's*. Quando Wertsch (1998) relata que a maioria das ferramentas culturais que nós empregamos não foi projetada para os fins para os quais estão sendo empregadas, ele busca em Vigotski (2001) a ideia chave para esta afirmação: o significado construído e a ressignificação permitida pelos meios mediacionais. Nesses casos, em específico, consideramos que o espaço da sala de aula é um ambiente propício para que ocorram tais *spin-off's* porque, por ser um espaço de compartilhamento de significados, possibilita que o professor faça uso de artifícios para promover a construção de conhecimentos. Muitas vezes, para isso, ele pode mobilizar alguns recursos de modo a explorar as possibilidades que permitem ressignificar seu uso.

Por fim, ao usar objetos do cotidiano do aluno (transferidor e fita adesiva) para indicar que os materiais de que eles são feitos possuem atividade óptica, o professor trouxe esse tema para o dia-a-dia do estudante. Dessa maneira, as ressignificações, tanto do retroprojetor quando do transferidor e da fita adesiva, auxiliaram o processo de contextualização da Física de curso superior.

Quando consideramos o professor agindo com meios mediacionais, isso exclui qualquer tendência em analisar parcialmente, ou separadamente, as contribuições que são produzidas pelo professor e as que são produzidas pelos recursos. Por exemplo, quando ele manipulou objetos no retroprojetor, o aparato experimental foi incapaz de possibilitar, sozinho, o entendimento dos conceitos abordados na ação. Por outro lado, sem os objetos mediadores citados, talvez o professor tivesse dificuldade em discutir os conceitos, ou até mesmo, não conseguisse ensiná-los e atingir os objetivos programados. Novamente, isso é um exemplo do que Wertsch (1998) denomina tensão irreduzível entre agentes e meios mediacionais. Nessa perspectiva, é quase impossível ocorrer qualquer forma de ação mediada sem um meio mediacional adequado e um usuário desse meio com habilidade necessária para manipulá-lo.

Considerações Finais

De modo geral, quando focamos nossos olhares sobre os objetos mediadores ressignificados, percebemos que eles causaram transformações nas ações dos professores observadas durante as aulas. Os objetos mediadores ressignificados utilizados pelos professores ofereceram *affordances* às ações, na medida em que definiram a dinâmica da aula e possibilitaram e ampliaram a discussão de conceitos.

O ensino de Ciências é promovido, na maioria das vezes, por um conjunto de ações mediadas que são variadas e dependentes de vários fatores, como a formação dos professores, o planejamento prévio das aulas, a disponibilidade de recursos, o espaço físico e a sensibilidade do professor. Esses fatores garantem a idiossincrasia das ações em situações de ensino em salas de aula. O professor, os meios mediacionais e os estudantes assumem papéis diferenciados, mas ao mesmo

tempo interligados. Para que os professores tenham sucesso quando em uso dos meios mediacionais é necessário que eles ofereçam oportunidades reais de produção de sentidos e compartilhamento de significados. Mesmo sem investigar a aprendizagem dos estudantes, nem como eles avaliam a performance do professor, vimos que o professor valoriza os objetos nas ações ao materializarem fenômenos. Acreditamos que as ações dos professores com os meios mediacionais potencializam a capacidade real dos recursos em participar do processo de construção do conhecimento.

Embora as ações do professor com meios mediacionais descritos neste trabalho sejam eventos isolados do contexto geral das aulas, de um modo geral, essas análises podem ser bastante úteis para evidenciar o poder e a importância e, até mesmo, a complexidade, que o uso de recursos materiais apresenta para a construção de conhecimento. Isso sugere um tema importante para o desenvolvimento profissional de professores, pois essa sensibilidade pode ser educada desde que sejam mostradas possibilidades concretas de uso ressignificado de objetos.

Referências

- GIBSON, J.J. *The Ecological Approach to Visual Perception*. Front Cover. Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- MORTIMER, E.F.; MASSICAME, T.; BUTY, C.; TIBERGHEN, A. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In NARDI, R. *A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escritura, 2007.
- NAKOU, I. Educação Histórica: o uso de ferramentas culturais relacionadas com a diversidade de experiências e atitudes dos estudantes. *Currículo sem Fronteiras*, 7(1), 137-159. 2007.
- OTERO, V. Cognitive processes and the learning of physics part II: mediated action. Paper presented at the International school of physics “Enrico Fermi”: Course CLVI Research on Physics Education, Varenna, Italy, 2003.
- TOMASELLO, M. *Origens Culturais da aquisição do Conhecimento Humano*. São Paulo, 2003.
- VIGOTSKI, L.S. (2001). *A construção do Pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- WERTSCH, J. *Mind as action*. New York: Oxford Uni Press, 1998.
- WERTSCH, J. *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

ATORES E DÍADES NUMA REDE SOCIAL E SUAS INFLUÊNCIAS NAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DA FÍSICA EM UMA TURMA DE ENSINO MÉDIO

ACTORS AND DYADS IN A SOCIAL NETWORK AND ITS INFLUENCE ON SOCIAL REPRESENTATION OF PHYSICS IN A HIGH SCHOOL PHYSICS CLASSROOM

Ernani V. Rodrigues¹, Maurício Pietrocola²

¹USP/Faculdade de Educação/ernanivr@usp.br

²USP/Faculdade de Educação/mpietro@usp.br

Resumo

Neste trabalho, abordamos as relações entre medidas estruturais em uma rede social formada numa sala de aula de Física e a emergência de consensos numa rede semântica, formada por palavras evocadas sobre a Física, pelo mesmo grupo de alunos que compõe a rede social. Tomamos fundamentos da complexidade e a possibilidade de utilização das redes complexas como abordagem suporte para duas vertentes nas quais seus usos são método solidificado: a Teoria das Representações Sociais e a Análise de Redes Sociais. Nossos resultados corroboram, por outro método, parte de resultados recentemente publicados nos quais há uma correlação entre as intensidades dos laços sociais dos pares da rede social e a formação de consensos na rede semântica. Entretanto, nossos resultados também estendem os achados recentes, mostrando que, mesmo numa perspectiva *ego*, os consensos sobre a Física, na rede semântica, continuam positivamente correlacionados a algumas medições estruturais da rede social.

Palavras-chave: Análise de Redes Sociais. Ciência das Redes. Complexidade. Representações Sociais.

Abstract

In this paper, we addressed the relationship between measures from a social network, formed in a physics classroom, and the consensus emerging in a semantic network, made from evoked on Physics, by the same group of students who formed the social network. We took foundations of complexity and the possibility of using complex networks as approach for two aspects in which it is a solid method: the theory of social representations and the social network analysis. Our results corroborate, by another method, part of the results recently published in which there is a correlation between social tie strength in the social network and the consensus emerging in the semantic network. However, our results also expand recent findings, showing that, even from the *ego* perspective, the consensus on Physics, in the semantic network, remains positively correlated to some structural measurements in the social network.

Keywords: Complexity. Network science. Social network analysis. Social representation.

Introdução

A perspectiva das redes complexas é utilizada como abordagem de modelagem, representação e análise de diversos tipos de sistemas relacionais complexos (BARABASI, 2003). Trabalhos recentes indicam que a abordagem das redes na pesquisa em ensino de Física vem se configurando como estratégia de ponta. Suas formas variam desde estudos de cunho cognitivo, nos quais as estruturas conceituais dos indivíduos são tratadas como redes complexas (RODRIGUES e CAMILETTI, 2018; KOPONEN e NOUSIAINEN, 2019), também abordagens representacionais coletivas, nas quais as redes se referem às representações das ideias de grupos de alunos, e não de cada indivíduo (WATANABE et al, 2017; RODRIGUES, BORGES e PIETROCOLA, 2019), até seus usos no âmbito estritamente interpessoal, nos quais as redes sociais se remetem ao complexo de relações entre indivíduos (PUCINELLI e GIORDAN, 2017).

Entretanto, a complexidade de uma sala de aula de Física não se manifesta exclusivamente em um dos âmbitos acima, mas em todos, que se sobrepõem e se retroalimentam. Por isso, outro aspecto de interesse no uso das redes complexas como abordagem de investigação é sua potencialidade como abordagem integradora das estruturações tanto da dimensão social quanto da dimensão cognitiva da sala de aula de Física (BRUUN, 2016; RODRIGUES e PIETROCOLA, 2020). Por essa potencialidade de produção de análises que integrem diferentes dimensões da complexidade da sala de aula, a ciência das redes, uma vez trazida para a pesquisa educacional, parece formar um rico campo de estudos, capaz de informar aspectos ainda a serem explorados dos processos de ensino e aprendizagem da Física.

Diante disso, este trabalho tem por objetivo explorar relações entre medidas estruturais numa rede social, formada por alunos em uma sala de aula de Física e os consensos emergentes numa rede semântica, formadas por palavras evocadas pelos alunos, em relação à Física.

Quadro teórico

Redes e complexidade

A contemporaneidade do pensamento científico se caracteriza pelo interesse em se aproximar realidades, supostamente disjuntas, do ponto de vista ontológico (MORIN, 2015). Para isso, a visão sobre a complexidade das situações reais, deve se afastar do aspecto somativo, no qual um sistema seria caracterizado pela soma de suas partes, passando a considerar sua característica constitutiva, na qual um sistema deve ser tomado tanto por seus elementos, quanto por suas relações. O aspecto constitutivo de um sistema indica que seu todo é mais do que a soma de duas partes (BERTALANFFY, 2010).

Não diferente de uma sala de aula de Física, um sistema reconhecido como “complexo” é aquele no qual elementos relativamente independentes estão em interação, produzindo padrões emergentes com alguma estabilidade que permita a detecção desses padrões. Nisso, a consideração dos sistemas complexos demanda formas objetivas de se captar informação do mundo para detecção de padrões, bem como de quadros interpretativos adequados, dentro dos quais esses padrões façam sentido (LADYMAN, LAMBERT E WIESNER, 2013). Então, os padrões vistos em

um sistema relacional complexo dependerão tanto da função desempenhada pela atividade do próprio sistema quanto da estratégia utilizada para descrever o sistema (CILLIERS, 2001). Por isso, embora não se tenha uma definição largamente aceita para o que seria um sistema complexo, ele pode ser pensado como uma rede de elementos unitários, formando entre si um emaranhado de relações (MITCHELL, 2006). Isso coloca as redes complexas como como arquétipos dos sistemas complexos, aqui pensados para a sala de aula, na dimensão social, na representacional e nas possíveis pontes entre elas.

Sociometria e redes sociais

A ideia de se promover uma modelagem objetiva da teia das relações interpessoais, formada em um grupo, vem dos primeiros trabalhos que se dispuseram a matematizá-los topologicamente (LEWIN, 1938) e das iniciativas de se tomar representações explícitas dos sistemas de relações humanas a partir da (a) *socionomia*, que, enquanto ciência, considera as propriedades psicológicas de uma população e os problemas comuns que essas propriedades provocam; e (b) a *sociometria*, que é o estudo matemático dessas propriedades (MORENO, 1939).

Os estudos sociométricos permitiam a construção de representações imagéticas das posições dos indivíduos, em relação aos demais. Nos trabalhos de Moreno, tal processo era feito com modelos análogos aos modelos planetários, pensando-se os indivíduos como atratores sociais, ou repulsores, construídos a partir de “testes sociométricos” nos quais era pedido que os indivíduos respondessem quem eram seus pares preferenciais, em diferentes contextos.

O teste sociométrico é ainda utilizado como forma de construção e análise de grupos. Mas seus modelos se atualizaram. Com o desenvolvimento do campo da topologia, particularmente o da teoria dos grafos, a sociometria passou a poder ser representada por redes complexas de indivíduos, no que se conhece hoje como Análise de Redes Sociais (ARS) (FREEMAN, 2004; SCOTT, 2011).

Para além de um processo apenas descritivo e para além de meramente um método, ao se trabalhar como uma rede social, há um sentido social embutido. Mesmo que, do ponto de vista matemático, uma rede seja um conjunto de pontos e relações, as redes sociais são afinidades, são fluxo, são interações (BORGATTI, 2009). Por isso, em contraste com a sociologia tradicional, na qual as observações dos indivíduos eram explicadas por outras características do indivíduo, na ARS têm-se o ambiente social como fonte explanatória da estrutura. Por isso, numa sala de aula de Física, uma rede social emergente é produto daquele ambiente social, podendo ser representado explicitamente por um grafo.

Representações sociais e redes de palavras

A imagem que diferentes grupos sociais produzem sobre objetos que, a eles, venham a ter relevância social, resulta na produção núcleos figurativos, considerados pela Teoria das Representações Sociais (TRS), proposta por Moscovici (1978) (originalmente, 1961). As representações sociais se dão tanto na situação social quanto no sistema cognitivo compartilhado por um grupo. Na primeira, se dão pela dispersão de informações em um grupo, pela pressão que os indivíduos têm por produzir inferências sobre demandas da vida e pelo direcionamento dos indivíduos a um centro de interesse; na segunda, por um

formalismo espontâneo, um dualismo causal, o predomínio da conclusão sobre a análise e uma pluralidade de formas de organização do saber. Por isso, as representações sociais são ideias em circulação, vindas da situação social e são, ao mesmo tempo, ideias que dão forma à situação social.

As redes complexas aderem à TRS por sua vertente estrutural (ABRIC, 1993), segundo a qual as representações possuem núcleo e periferia, caracterizados por seu papel estruturante: enquanto a periferia faz uma ponte entre o concreto imediato do mundo e a representação, o núcleo carrega historicidade e organiza o campo representacional. Nesse sentido, o uso de associação de palavras, evocadas por um grupo de indivíduos, e da qual se obtém uma estrutura de rede, pode ser feito para identificar elementos estruturantes da representação (DIGIACOMO, 1981), e podem indicar elementos candidatos a núcleo, uma vez que esses ganham forma nas palavras de maior poder de conexão com outras (MOLINER, 1984).

Então, a formação de representações sociais por um grupo de indivíduos passa por dois processos. No primeiro, os quadros conceituais dos indivíduos são deslocados para fazer sentido das novas demandas da vida sociais, ancorando aquilo que é não-familiar àquilo que é familiar. Então, o processo de familiarização de novos objetos representacionais ocorre pela objetificação do elemento representacional, que se vulgariza, fazendo parte do cotiando do grupo e, por isso, se transforma em elemento do senso comum, consensualmente reconhecido (JODELLET, 2008). Dessa forma, a representação social não é um conceito, mas sim um acontecimento inerente aos grupos sociais, que compartilham demandas cotidianas e que produzem representações para lidar com elas.

Dentro da TRS, o conhecimento do senso comum é o objeto de interesse. Ele se diferencia do conhecimento reificado por sua forma de validação. O conhecimento reificado é validado pela autoridade da ciência, obtida em instâncias institucionais. Já o conhecimento consensual, é validado pelos próprios membros do grupo social, que possuem uma assimetria de autoridade epistêmica, dividindo a autoridade sobre a verdade.

Assim, investigar redes complexas de palavras evocadas sobre a Física, numa sala de aula, permite tornar explícitos os elementos estruturantes das representações que os alunos constroem sobre essa ciência. Ainda, buscar relações entre emergências dessas representações e emergências nas redes sociais, aponta interpretações da interdependência entre o social e o representacional da Física. Isso é também apontado por Saxe et al (2009), que sugerem a força das ligações diádicas como elemento estruturante da viagem das ideias numa sala de aula. No entanto, esses autores não tratam do papel da centralidade de indivíduos no processo, algo que, neste trabalho, também exploraremos.

Metodologia

Este trabalho é um recorte de um levantamento mais extenso (RODRIGUES e PIETROCOLA, 2020), no qual as díades formadas na rede social dos alunos são relacionados a múltiplos objetos representacionais, emergentes numa sala de aula. Partimos da mesma metodologia de formação de redes dos autores (*ibid.*), mas ampliamos o escopo de análise nessas redes. O design de pesquisa configura um estudo de caso exploratório e explanatório, com uma turma de Física do segundo ano do ensino médio, em uma escola pública da cidade de São Paulo, contendo 36

alunos matriculados fora investigada. Para este trabalho, usou-se o banco de dados, disponibilizado online naquele trabalho (RODRIGUES, 2020) e selecionou-se: A rede social, composta de oito critérios sociométricos de escolha e a rede semântica, para o termo indutor Física.

A rede social, conforme descrita por Vaz (2009) foi construída por declarações dos alunos, acerca de colegas preferenciais, do tipo: “Quem são os colegas com quem você costuma andar no intervalo?” Outras sete perguntas, desde colegas que gostavam do mesmo estilo musical até colegas com quem gostavam de fazer trabalhos escolares. As oito redes sociais foram concatenadas e geraram uma rede única, com cada vértice representando um aluno e com cada aresta representando uma força do laço social, dada pelo número de vezes que uma dupla se escolheu, nas perguntas de preferências por pares.

A rede semântica, de modo semelhante àquele Stella et. al. (2019), foi construída por coocorrências das cinco primeiras palavras evocadas pelos alunos quando lhes apresentamos o termo indutor “Física”. Então, pelo algoritmo de Russel (RUSSELL e RAO, 1940), construiu-se uma matriz de similaridade entre as palavras, que gerou uma rede complexa na qual cada vértice era proporcional ao grau da palavra na rede (número de relações estabelecidas) e cada aresta teve a espessura proporcional a seu índice de similaridade calculado.

Os dados foram analisados na plataforma de análises estatísticas gratuita R (R, 2008), utilizando-se a interface gratuita IRAMuTeQ (RATINAUD, 2008) e o pacote gratuito Igraph (CSARDI e NEPUSZ, 2006). Então, para a análise diádica selecionou-se os valores dos pesos da relação social de cada dupla de alunos na rede social que evocara ao menos uma palavra comum, na rede semântica, e o número de palavras evocadas coincidentes para Física. Para a análise de atores, numa perspectiva dos *egos* da rede social, calculou-se para cada aluno o valor da centralidade por entrelaçamentos (ou *betweenness*) na rede social (FREEMAN, 1979) e o valor da mediana do grau de todas as palavras evocadas na rede semântica. Para esses dois pares de variáveis categóricas, computou-se a correlação ρ de Spearman os respectivos p-valores para teste de correlação entre medidas de ordem social e de ordem representacional.

Resultados

Os testes sociométricos, que geraram a rede social, foram respondidos por 26/36 alunos e um total de 22/36 alunos responderam as evocações para a rede semântica, sendo que somente aqueles que responderam aos dois testes foram considerados na análise.

Na rede social (Fig. 01, à esquerda), as díades mais fortemente atadas foram $\text{GH} \leftrightarrow \text{ET}$ e $\text{YG} \leftrightarrow \text{GL}$ (peso $w = 14$) seguidas de $\text{BS} \leftrightarrow \text{CP}$ e $\text{YG} \leftrightarrow \text{LF}$ ($w = 13$), todas intra-gênero. Os atores de maior centralidade foram GH ($c_{\text{btw}}=59,05$), DH ($c_{\text{btw}}=42,30$) e YG ($c_{\text{btw}}=30,53$). Na rede semântica, as palavras de maior grau foram “Cálculo”, “Gravidade” e “Fórmula”, conforme mostrado à direita, na Figura 01 a diante.

Na consideração diádica, a correlação entre os pesos das arestas dos pares na rede social e o número de palavras coincidente para cada par foi $\rho = 0.79$, ($p_{\text{-valor}} < 0.001$). Na análise dos *egos*, a correlação entre a centralidade dos atores e a mediana dos graus das palavras por eles evocadas foi $\rho = 0.47$ ($p_{\text{-valor}} < 0.05$).

entre professor e alunos, mas também se relacionam à estruturação interpessoal dos estudantes. Uma vez que as duplas cujas relações interpessoais são mais intensas, formam mais consensos sobre a Física e uma vez que os indivíduos mais centrais evocam palavras de maior grau na rede semântica, o aspecto interpessoal se mostra como elemento funcional das construções de representações sobre a Física, para aquele grupo.

Considerações finais

Neste trabalho, buscou-se *explorar relações entre medidas estruturais numa rede social, formada por alunos em uma sala de aula de Física e os consensos emergentes numa rede semântica, formadas por palavras evocadas pelos alunos, em relação à Física*. Pudemos, por outro método, confirmar parte dos resultados de Rodrigues e Pietrocola (2020), e pudemos expandi-los, incluindo a relação entre a dimensão dos ego na rede social e a centralidade das palavras evocadas acerca da Física.

O desafio de se explorar a complexidade relacional das redes da sala de aula passa tanto pelo desenvolvimento de métodos adequados quando acoplamento de lentes teóricas que, historicamente, iluminam aspectos disjuntos. Por outro lado, as relações vistas nos resultados aqui apresentados, carregam uma força informativa sobre a sala de aula que fazem valer a pena o desenvolvimento de um estudo que explore os emaranhados da sala de aula de Física.

Aquilo que emerge como uma saliência, minimamente estável, vindo do intrincamento de dimensões tão relevantes à sala de aula de Física, parece ser exatamente o tipo de informação que nos aproxima da complexidade do real, situada no locus de ensino.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos também aos pesquisadores do Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular da USP (NUPIC-USP) pelos comentários e sugestões dados a versões anteriores deste trabalho.

Referências

- BARABÁSI, A. L. **Linked: how everything is connected to everything else and what it means for business**. New York: Plume Books, 2003.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.
- BRUUN, J. Networks as integrated in research methodologies in PER. **2016 PERC Proceedings**, p. 11–17, 2016.
- CILLIERS, P. Boundaries, hierarchies and networks in complex systems. **International Journal of Innovation Management**, v. 5, n. 02, p. 135–147, 2001.
- CSARDI, G.; NEPUSZ, T. The igraph software package for complex network research. **InterJournal, Complex Systems**, p. 1695, 2006.
- DIGIACOMO, J. P. Intergroup alliances and rejections within a protest movement (analysis of the social representations). **European Journal of Social Psychology**, v. 10, n. 4, p. 329–344, 1980.
- FREEMAN, L. C. Centrality in Social Networks I: Conceptual Clarification. **Social Networks**, v. 1, p. 215–239, 1979.

- FREEMAN, L. **The development of social network analysis**. Vancouver: Empirical press, 2004.
- JODELET, D. Social representations: The beautiful invention. **Journal for the Theory of Social Behaviour**, v. 38, n. 4, p. 411–430, 2008.
- KOPONEN, I. T.; NOUSIAINEN, M. Pre-service teachers' knowledge of relational structure of physics concepts: finding key concepts of electricity and magnetism. **Education Sciences**, v. 9, n. 1, p. 9010018, 2019.
- MITCHELL, M. Complex systems: Network thinking. **Artificial Intelligence**, v. 170, n. 18, p. 1194–1212, 2006.
- MOLINER, P. L'étude expérimentale des processus représentationnels - commentaire de l'article de R. michit. **Papers on social representations**, v. 3, n. 2, 1994.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.
- PUCINELLI, R. H.; GIORDAN, M. Aplicação da análise de redes sociais em fórum de discussão de professores de ciências em formação. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 1631–1636, 2017.
- R - Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2008.
- RATINAUD, P. **Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires**. 2008. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/> .
- RODRIGUES. **NetScript and Data**, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2MFeaG8> .
- RODRIGUES, E.; BORGES, A.; PIETROCOLA, M. The use of history of science on physics teaching as a social representation from pre-service teachers. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1287, n. 1, p. 012044, 2019.
- RODRIGUES, E. V.; CAMILETTI, G. G. Análise estrutural de redes semânticas: um estudo exploratório das relações entre representações proposicionais e evolução conceitual em um tópico da física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 211–227, 2018.
- RODRIGUES, E.; PIETROCOLA, M. Between social and semantic networks: A case study on classroom complexity. **Education Sciences**, v. 10, n. 2, p. 30, 2020.
- RUSSELL, P. F.; RAO, T. R. On habitat and association of species of anopheline larvae in south-eastern madras. **Journal of the Malaria Institute of India**, v. 3, n. 1, p. 153–178, 1940.
- SAXE, G. B. et al. A methodological framework and empirical techniques for studying the travel of ideas in classroom communities. Em: **Transformation of knowledge through classroom interaction**, p. 203–222, 2009.
- SCOTT, J. Social network analysis: developments, advances, and prospects. **Social network analysis and mining**, v. 1, n. 1, p. 21–26, 2011.
- STELLA, M. et al. Forma mentis networks quantify crucial differences in stem perception between students and experts. **PloS one**, v. 14, n. 10, 2019.
- VAZ, G. J. A construção dos sociogramas e a teoria dos grafos. **Revista brasileira de psicodrama**, v. 17, n. 2, p. 67–78, 2009
- WATANABE, G. et al. Complexidade e ensino de física: o uso da teoria de grafos na análise do processo de ensino-aprendizagem. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 4467–4472, 2017.

PRÁTICAS EPISTÊMICAS NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: UMA PROPOSTA DE INSTRUMENTO DE ANÁLISE

EPISTEMIC PRACTICES IN MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS TEACHING: A PROPOSAL FOR ANALYSIS INSTRUMENT

Jefferson Adriano Neves¹³, Alice Helena Campos Pierson²³

¹Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Exatas, jefferson.neves@ufla.br

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Metodologia de Ensino, apierson@ufscar.br

³Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos

Resumo

O presente estudo é um ensaio teórico realizado com o objetivo de apresentar um conjunto de práticas epistêmicas, que compõem um instrumento de análise, para investigar situações de ensino que envolvem a Física Moderna e Contemporânea (FMC). Esse estudo teve como ponto de partida: (a) pesquisas que investigaram as práticas epistêmicas em situação de ensino, que, na maioria das vezes, estavam relacionadas ao trabalho do laboratório; e, (b) pesquisas epistemológicas associadas ao processo de construção de conhecimento no espaço da FMC. Tais pesquisas resultaram em um instrumento de análise composto por 13 práticas epistêmicas que perpassam as instâncias sociais de produção de sentido, comunicação e avaliação, estando relacionadas às ações de propor, justificar, avaliar e legitimar o conhecimento (KELLY, 2008) por meio de modelos teóricos. Esse instrumento foi utilizado na análise de uma situação de ensino que envolve a Teoria da Relatividade Restrita, cujos fragmentos são aqui utilizados para exemplificar algumas dessas práticas epistêmicas.

Palavras-chave: Práticas Epistêmicas. Física Moderna e Contemporânea. Ensino de Ciências.

Abstract

The present study is a theoretical essay carried out with the aim of presenting a set of epistemic practices, which make up an analysis instrument, to investigate teaching situations that involve Modern and Contemporary Physics. This study had as its starting point: (a) research that investigated epistemic practices in a teaching situation, which, most of the time, were related to laboratory work; and, (b) epistemological research associated with the process of building knowledge in the space of Modern and Contemporary Physics. Such researches resulted in an analysis instrument composed of thirteen epistemic practices that permeate the social instances of production of meaning, communication and evaluation, related to the actions of proposing, justifying, evaluating and legitimizing knowledge (KELLY, 2008) through models theorists. This instrument was used in the analysis of a teaching situation involving the Theory of Special Relativity, whose fragments are used to exemplify some of these epistemic practices.

Keywords: Epistemic Practices, Modern and Contemporary Physics, Science Teaching.

Introdução: As práticas epistêmicas no ensino de ciências

Uma prática social consiste em um conjunto de práticas padronizado, realizado por membros de uma comunidade, com propósito e expectativas comuns, com valores, ferramentas e significados culturais compartilhados (KELLY, 2008). Quando essas ações se referem ao conhecimento, pode-se rotulá-las como práticas epistêmicas (KELLY, 2008; SILVA, 2011). Tais ações são práticas socialmente organizadas e realizadas de maneira interativa, nas quais membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento (KELLY, 2008; KELLY, 2010; KELLY; LICONA, 2018). Tais práticas são:

interacionais (construídas entre as pessoas), contextuais (situado em práticas sociais e normas culturais), intertextuais (comunicado através de uma história de discursos coerentes, sinais e símbolos) e consequentes (o conhecimento legitimado instância o poder e o cultural). (KELLY; LICONA, 2018 p. 140, nossa tradução).

As práticas epistêmicas não estão relacionadas à metodologia de ensino utilizada em sala, porém podem ser melhor observadas e caracterizadas se as atividades permitirem aos alunos negociarem entre si, para produzirem e interpretar dados e refletirem, coletivamente, sobre a legitimidade do conhecimento construído (SILVA, 2015). Em sala de aula, as práticas epistêmicas podem ser compreendidas como atividades cognitivas e discursivas onde os estudantes estão envolvidos na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (ARAÚJO, 2008; KELLY, 2010), e não apenas à aquisição de conceitos, procedimentos e atitudes, sendo necessária a compreensão da natureza da ciência (SILVA, 2008; ARAÚJO, 2008; SILVA, 2011; SILVA, 2015).

Kelly e Licona (2018) destacam que as práticas epistêmicas estão associadas aos objetivos educacionais em sala de aula, embora haja semelhanças entre algumas práticas, cada ciência exige dos estudantes diferentes maneiras de construir o conhecimento, pois possuem formas de conhecer e práticas epistêmicas específicas. Portanto, existem várias práticas que variam de acordo com os objetivos pedagógicos, visto que não existe um conjunto limitado de “práticas científicas”.

Para investigar as práticas epistêmicas em situação de ensino, pesquisadores como Jimenez-Aleixandre et al. (2008 *apud* SILVA, 2015), Araújo (2008) e Lima-Tavares (2009) propuseram um conjunto ferramentas para categorizá-las que estão associadas às naturezas das ciências e do ambiente de ensino (KELLY; LICONA, 2018).

Reconhecendo a multiplicidade de práticas epistêmicas que podem emergir no processo de ensino e aprendizagem, o presente trabalho consiste em um ensaio teórico realizado com o objetivo de apresentar um conjunto de práticas epistêmicas, que compõem um instrumento de análise, para investigar situações de ensino que envolvem a Física Moderna e Contemporânea (FMC). Para corroborar tal estudo é apresentado fragmentos de interações discursivas que emergiram de uma proposta de ensino sobre conceitos da Teoria da Relatividade Restrita.

As Práticas Epistêmicas em situação de ensino.

Na literatura existem diversas pesquisas que utilizam ferramentas analíticas como o objetivo de categorizar as práticas epistêmicas dos estudantes e as ações do professor em situação de ensino (ARAÚJO, 2008). Algumas dessas pesquisas

tiveram como ponto de partida a proposta de Jiménez-Aleixandre et. al. (2008 *apud* SILVA, 2015), presente no Quadro 01.

Quadro 01 – Instâncias sociais e suas relações com as práticas epistêmicas gerais e específicas

Instâncias Sociais	Práticas Epistêmicas Gerais	Práticas Epistêmicas (específicas)
Produção	Articular os próprios saberes; Dar sentido aos padrões de dados	Monitorando o progresso; Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos; Utilizando conceitos para planejar e realizar ações (por exemplo, no laboratório); Articulando conhecimento técnico na execução de ações (por exemplo, no laboratório); Construindo significados; Considerando diferentes fontes de dados; Construindo dados.
Comunicação	Interpretar e construir as representações; Produzir relações; Persuadir os outros membros da comunidade.	Relacionando/traduzindo diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica; Transformando dados; Seguindo o processo: questões, plano, evidências e conclusões; Apresentando suas próprias ideias e enfatizando os aspectos cruciais; Negociando explicações.
Avaliação	Coordenar teoria e evidência (argumentação); Contrastar as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências (avaliar a plausibilidade) – argumentação.	Distinguindo conclusões de evidências; Utilizando dados para avaliação de teorias; Utilizando conceitos para interpretar os dados; Contemplando os mesmos dados de diferentes pontos de vista; Recorrendo a consistência com outros conhecimentos; Justificando as próprias conclusões; Criticando declarações de outros; Usando conceitos para configurar anomalias.

Fonte: Extraído de Silva (2015, p. 75), apresentado por Jiménez-Aleixandre et. al. (2008).

Na primeira coluna do quadro 01 são apresentadas as instâncias sociais das práticas epistêmicas: produção, comunicação e avaliação, conforme proposto por Kelly e Duschl (2002). Na segunda e terceira coluna, pode-se observar as práticas epistêmicas gerais e específicas. As práticas epistêmicas específicas foram utilizadas como ponto de partida nos estudos de Silva (2008), Araújo (2008), Lima-Tavares (2009) e Ratz (2015), entre outros, que, em alguma medida, as adequaram a suas pesquisas, resultado em novas categorias. Silva (2011), Nascimento (2015) e Silva (2015), por sua vez, investigaram as práticas epistêmicas categorizando as interações discursivas que emergem durante a realização de atividades investigativas em sala de aula utilizando a proposta de Jiménez-Aleixandre et. al. (2008 *apud* Silva, 2015).

Práticas Epistêmicas no estudo de Física Moderna e Contemporânea

As práticas epistêmicas estão relacionadas às áreas do conhecimento, e com a Física Moderna não é diferente. A maioria das pesquisas que buscaram identificá-las em sala de aula as fazem por meio de atividades experimentais (ARAÚJO, 2008; NASCIMENTO, 2015), ações dos professores (SILVA, 2008) e no ensino por investigação (SILVA, 2011; SILVA, 2015; RATZ, 2015). Nestes estudos, a ferramenta de análise, e em certa medida, as práticas epistêmicas, estão relacionadas ao trabalho no laboratório, conforme o quadro 01. Reconhecendo a diferença epistemológica da Teoria da Relatividade Restrita com a Mecânica Clássica (KUHN, 2010) e as mudanças que o fazer ciências tem nesse espaço, as práticas

epistêmicas foram adaptadas para investigá-las no espaço da Física Moderna e Contemporânea, que apresentamos no Quadro 02.

Quadro 02 – Instâncias sociais e Práticas epistêmicas relacionado a Física Moderna e Contemporânea.

Instâncias Sociais	Práticas Epistêmicas Gerais	Práticas Epistêmicas específicas
Produção de Sentido (Compreensão Apropriação)	Articular os próprios saberes;	Utilizar ideias, conceitos para construir novas compreensões; Construir significados;
	Dar sentido as situações propostas;	Dar sentido as situações propostas;
Comunicação	Socializar interpretações;	Explicitar o próprio saber; Apresentar suas próprias ideias e/ ou seu processo de produção; Negociar explicações; Utilizar exemplos, analogias e metáforas
Avaliação	Coordenar modelo teórico e situações propostas;	Distinguir evidências de previsão teóricas; Utilizar novas situações para avaliar compreensão do modelo teórico; Avaliar novas situações utilizando o modelo teórico; Justificar suas próprias conclusões;
	Contrastar as conclusões (próprias ou de outros) com evidências, analisando a plausibilidade do modelo teórico.	Criticar de forma fundamentadas conclusões de outros; Utilizar o modelo para identificar situações plausíveis ou não.

Fonte: Próprio Autor

Quando comparado às instâncias sociais presentes do estudo de Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008 apud SILVA, 2015), a única alteração está associada à instância social “produção”, que foi ampliada para “produção de sentido”, uma vez que, com o FMC, espera-se que os estudantes produzam sentidos para compreender e se apropriar de modelos explicativos. As demais adequações estão associadas às práticas epistêmicas gerais e específicas e delas se pode observar que as instâncias de comunicação, avaliação e produção de sentido estão associadas, em alguma medida, à produção, comunicação e avaliação de “Modelos Teóricos”.

As Práticas Epistêmicas: Definições e exemplos

Um conjunto de práticas epistêmicas (KELLY, 2008, 2011; KELLY; LICONA, 2018) compõe a proposta de instrumento de análise construído tendo como base os estudos de Araújo (2008), Jimenez-Aleixandre *et. al.* (2008 *apud* SILVA, 2015), Valle (2014), Silva (2015) e Silva (2015), que apresentam instrumentos para análise das práticas epistêmicas em situação de ensino, e os estudos de Paty (2009) e Kuhn (2010), que abordam o processo epistemológico da construção do conhecimento científico.

Nesta seção serão apresentadas as definições que orientaram a análise das práticas epistêmicas, destacando alguns exemplos que as elucidam em situação de ensino. Concordamos com Araújo (2008) e Lima-Tavares (2009) que algumas práticas só podem ser compreendidas no contexto em que emergiram. Assim, utilizaremos trechos de episódios de ensino com o objetivo de minimizar essa perda de contexto.

Nosso instrumento de análise é composto por 13 práticas epistêmicas, porém nem todas estiveram presentes nos episódios de ensino analisados. Contudo,

as mantivemos no instrumento de análise por acreditar que em outro contexto educacional tais práticas possam emergir. Nas próximas subseções apresentaremos as definições das práticas epistêmicas e alguns exemplos que nos permitiram caracterizá-las.

Produção de Sentido

As práticas epistêmicas relacionadas a esta instância consistem em situações, no contexto da sala de aula, nas quais os estudantes interagem buscando compreender e se apropriar de conceitos, exemplos e situações problemas a fim de produzir sentidos e significados de acordo com a Física Moderna e Contemporânea, em especial da Teoria da Relatividade Restrita. Esta instância é composta por duas práticas epistêmicas gerais, “Articular os próprios saberes” e “Dar sentido aos padrões de dados”, e por três práticas específicas, sendo elas:

- **Utilizar ideias, conceitos para construir novas compreensões:** prática relacionada à interação discursiva em que os estudantes utilizam ideias e conceitos, seja da Física Clássica ou da Física Moderna e Contemporânea, para compreender a situação em disputa.
- **Construir significados:** prática mobilizada quando os estudantes realizam questionamentos ou exemplificações para construir significado acerca da situação em disputa. No Quadro 03 apresentamos um pequeno trecho de um episódio de ensino para exemplificar essa e outras práticas epistêmicas.

Quadro 03 – Exemplos de prática epistêmicas mobilizada pelos estudantes

Transcrição da Fala	Prática Epistêmica
[E08] Só uma dúvida, tem algum perigo da pessoa que estiver dentro da nave ser afetada fisicamente, ou seja, envelhecer rapidamente? [Profa] Envelhecer? [E10] Quando ela voltar para a Terra colocar o pé ... [E08] Tipo assim, ela sofre os 66 anos em um dia. Na Terra passou um dia e na nave passou 66 anos. [E10] Eu penso que na saída da nave. [E08] Tipo assim suponha que você está na nave e vai no banheiro, na velocidade da luz você ir no banheiro já passou 20 anos. Entendeu!	Construir significados
[Prof.] Sim, sim. Eu entendi o que você quis dizer. Ele perguntou o seguinte. É uma perspectiva fisiológica. Porque também está associado aquela ideia. A contagem de tempo que nos temos na Terra. A pessoa se for contar tempo, datas, ciclos cronológicos, o cara que está na nave, o cara quando voltar se passaram 66 anos da data que ele nasceu. Só que a contagem do tempo não vai parar. Mas os efeitos fisiológicos que não serão os mesmos.	
[E10] Na verdade todos os átomos eles vão ficar mais lentos. [Profa.] É. [E10] Até o próprio pulsar dos átomos vai ficar mais lento. [Profa.] O que acontece é que dentro da nave. Dentro da Nave. O tempo passa do mesmo jeito. Então o sujeito que está viajando. Para ele, ele está marcando no relógio dele, vai ter passado uma hora. 3. Entendeu, pra ele é isso que está acontecendo. Não existe outra contagem de tempo. Pra ele.	Utilizar novas situações para avaliar compreensão do modelo teórico

- **Dar sentido as situações propostas:** prática que consiste em interações em que o estudante busca compreender e se apropriar de situações estudadas. No Quadro 02 apresentamos um trecho de um episódio de ensino para exemplificar essa e outras práticas epistêmicas.

Quadro 04 – Exemplo de Prática Epistêmica mobilizada pelos estudantes

Transcrição da Fala	Prática Epistêmica
[Prof.] Depois de estudar a dilatação temporal, porque ... motivo eu não observo a dilatação {temporal} no dia a dia? Por quê eu não observo? Porque aqui tem quatro respostas, não estou nem falando de que tem uma aqui que seja mais correta do que a outra ...	
[E13] Primeiro eu acho que.... eu acredito que muita gente não sabe o que é dilatação do tempo. Aí pega a primeira coisa que a pessoa não ia conseguir... [Prof.] ... entendi, ela não conhece o que seria a dilatação do tempo. [E13] Porque eu também não conhecia, aí como que eu vou observar isso no dia a dia, né? [Prof.] Pode falar. [E13] Mas segundo é porque é muito difícil. [Prof.] Mas muito difícil porquê [E13: Observar] não conhece? Ou é muito difícil de fazer essa observação? [E13] Fazer a observação quando você tem o conhecimento.	Dar sentido as situações propostas

Comunicação do Conhecimento

As práticas epistêmicas organizadas nesta instância estão relacionadas a interações discursivas que ocorreram como o objetivo de socializar interpretações acerca da Física Moderna e Contemporânea. Contudo, a divisão entre produção e comunicação é problemática, conforme aponta o estudo de Araújo (2008, p. 88) que, pautado em Vygostky, destaca que a linguagem é uma forma de pensamento verbal. Logo, “ao comunicar estamos, de certa forma, trabalhando os significados das palavras e utilizando um gênero determinado para fazê-lo” (ARAÚJO, 2008 p. 88). Como a autora, manteremos essa divisão devido à coerência com a literatura.

A instância de Comunicação é composta por uma prática epistêmica geral, “Socializar interpretações”, divididas em quatro práticas específicas, sendo elas:

- **Explicitar o próprio saber:** Essa prática está relacionada as interações discursivas em que os estudantes expõem ou se posicionam frente a uma situação proposta com o objetivo de socializar seu próprio saber.

- **Apresentar suas próprias ideias e/ou seu processo de produção:** Essa prática é mobilizada quando o estudante expõe de forma explícita suas ideias e o processo de sua produção ou apenas elucida o processo de produção, se possível elencando os elementos fundamentais para a compreensão e apropriação do modelo explicativo, como uso de situações problemas, conceitos e exemplos.

Quadro 05 – Exemplo de Prática Epistêmica mobilizada pelos estudantes

Transcrição da Fala	Prática Epistêmica
[Prof.] ... Por que motivo eu não consigo observar a dilatação temporal no dia a dia?	
[E02] O meu grupo usou um exemplo, não um exemplo bom, mas que todo mundo conseguiu compreender porque que a gente não conseguia ver a dilatação. A gente usou o exemplo do sinal ... você tá aqui e se vai querer conversar com alguém no Japão que demora o sinal para ir tá ligado? Que é muito pequeno de ir só que tem uma diferença de tempo. [Prof.] Um delay. [E02] É aí nós usamos tipo essa diferença. Tipo que a dilatação ela existe no nosso dia a dia só que é tão pequena, é tão pouca coisa que tipo, não dá para perceber.	Apresentar suas próprias ideias e/ou seu processo de produção

[Prof.] Mas têm algumas condições pra você observar essa dilatação, não? Ou eu estou aqui agora e o tempo tá dilatando? Simplesmente isso.	
[E12] Tem que ter velocidade no meio. Ou uma força gravitacional grande. Na minha opinião. Tem que ter um referencial. [E08] Tem que ter uma diferença de velocidade entre cada observador. Tipo se tiver uma diferença muito grande entre um referencial e outro você consegue, dependendo dessa diferença você consegue observar com mais facilidade ou menos facilidade essa dilatação.	Explicitar o próprio saber

- **Negociar explicações:** prática associada à interação discursiva em que o estudante busca o convencimento, o processo de persuasão para o estabelecer uma explicação.

Quadro 06 – Exemplo de Prática Epistêmica mobilizada pelos estudantes.

Transcrição da Fala	Prática Epistêmica
[E02] Eu acho muito difícil você convencer alguém mostrando uma fórmula. [E02] Ainda mais que estas fórmulas dão o mesmo resultado.	Negociar explicações

- **Utilizar exemplos, analogias e metáforas:** prática relacionada a situação em que os estudantes utilizam exemplos, analogias ou metáforas para explicar situações propostas.

Avaliação do Conhecimento

As práticas epistêmicas organizadas nesta instância estão relacionadas a interações discursivas em que os estudantes avaliam as situações propostas no sentido de corroborá-los ou de contrastá-los. Essa instância é composta por duas práticas epistêmicas gerais, “Coordenar modelo teórico e situações propostas” e “Contrastar as conclusões (próprias ou de outros) com evidências, analisando a plausibilidade do modelo teórico”, divididas em seis práticas específicas, sendo elas:

- **Distinguir evidências de previsão teóricas:** prática relacionada a interação discursiva em que os estudantes apresentam a diferença entre evidência e previsão teórica e/ou utilizam previsões teóricas para sustentar avaliação.

- **Utilizar novas situações para avaliar compreensão do modelo teórico:** prática relacionada a interação discursiva em que os estudantes utilizam novas situações com o objetivo de avaliar a compreensão do modelo teórico. (ver exemplo no Quadro 01).

- **Avaliar novas situações utilizando o modelo teórico:** prática associada a interações discursivas em que os estudantes abordam elementos teóricos para avaliar uma situação colocada.

- **Justificar suas próprias conclusões:** prática relacionada a interações em que os estudantes fundamentam ou complementam situações propostas como o objetivo de justificá-las.

Quadro 07 – Exemplo de Prática Epistêmica mobilizada pelos estudantes

Transcrição da Fala	Prática Epistêmica
[Profa.] ... Os caras antes de sair sincronizaram lá um relógio. E um relógio fica na Terra e o outro vai fazer a viagem. Quando voltar o relógio da Terra marcou 66 anos ... O relógio que está dentro da nave não marcou 66 anos, marcou um dia. A grande maioria marcou que sim é plausível. Certo! Com que dados eu justifico que é uma situação plausível?	

[E05] No caso se a pessoa já acredita que a velocidade da luz é constante, constante não absoluta. Aí você coloca naquela fórmula da velocidade. Velocidade é igual distância sobre o tempo. Se a velocidade é absoluta, então a distância e o tempo não são mais. Porque se variar mudaria a velocidade da luz então os dois têm que ser relativos, para a velocidade da luz ser constante.	Justificar suas próprias conclusões
--	-------------------------------------

- **Criticar de forma fundamentadas conclusões de outros:** Essa prática está relacionado as interações discursivas em que os estudantes contrariam exemplos, analogias, metáforas, argumentos e explicações realizadas pelos colegas.

Quadro 08 – Exemplo de Prática Epistêmica mobilizada pelos estudantes

Transcrição da Fala	Prática Epistêmica
[Prof.] Você quer provar um postulado? [E14] Agora do postulado, eu parei. Não tem que provar nada. [E08] É tipo assim, ao invés pegar é provar por experimentos, puro, tipo assim, eu posso falar isso não porque eu fui, eu posso provar isso porque eu observei esse resultado em outras coisas que tem a velocidade próxima à da luz, eu acho é mais isso. Não tem como você falar por experiência própria e sim por que você observa outra coisa que eu queria. É Profa.: Então igual aquele acelerador da atividade.	Criticar de forma fundamentada conclusões de outros

- **Utilizar o modelo para identificar situações plausíveis ou não:** Essa prática está relacionada a interações discursivas em que os estudantes utilizam modelos teóricos para avaliar novas situações.

Considerações Finais

Das práticas epistêmicas apresentadas anteriormente, as práticas “Utilizar ideias, conceitos para construir novas compreensões”, “Coordenar modelo teórico e situações propostas” e “Contrastar as conclusões (próprias ou de outros) com evidências” não estiveram presentes na situação de ensino estudada. Assim como apresentado por outros estudos, como Araújo (2008) e Lima-Tavares (2009), constatou-se o alto grau de inferência ao categorizar as práticas epistêmicas e que algumas interações discursivas sofrem sobreposição nas instâncias de produção, comunicação e avaliação, que pode ser superada ao relacionar as práticas epistêmicas às operações epistêmicas, conforme Silva (2011).

Acredita-se que o instrumento de análise favorecerá investigações de situações de ensino relacionadas ao ensino de Física Moderna e Contemporânea, possibilitando compreender o processo de produção, construção e legitimação do conhecimento abordado no ensino desse conteúdo. Vale salientar que esse estudo faz parte de um escopo maior, em que se investiga situações de ensino relacionado a FMC.

Referencias Bibliográfica

- ARAÚJO, A. O. de. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química.** 2008. 1–144 f. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- LIMA-TAVARES, M. **Argumentação em sala de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução.** 2009. 296 f. 2009. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- KELLY, Gregory. Inquiry, activity and epistemic practice. In: **Teaching scientific inquiry**. Brill Sense, 2008. p. 99-117.
- KELLY, Gregory J. Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. In: **Exploring the landscape of scientific literacy**. Routledge, 2010. p. 71-83.
- KELLY, G. J.; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. In: **annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA**. 2002.
- KELLY, Gregory J.; LICONA, Peter. Epistemic practices and science education. In: **History, philosophy and science teaching**. Springer, Cham, 2018. p. 139-165.
- NASCIMENTO, E. D. O. Do. **Práticas Epistêmicas em Atividades Investigativas de Ciências**. 2015. 88 f. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE, 2015.
- PATY, Michel. **A física do século XX**. Idéias & Letras, 2009.
- RATZ, S. V. S. **Os aspectos epistêmicos da construção de argumentos em uma Sequência Didática em Ecologia**. 2015. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015.
- SILVA, A. D. C. T. **Estratégias Enunciativas em Salas de aula de Química : Contrastando professores de estilos diferentes**. 2008. 477 f. 2008.
- SILVA, A. D. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. SPE, p. 69-96, 2015.
- SILVA, F. A. R. **O Ensino de Ciências por Investigação na Educação Superior : um ambiente para o estudo da aprendizagem científica**. p. 326 2011b. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
- VALLE, M. G. D. O. **Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de ciências**. 2014. 1–112 f. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2014.

Linha 7

Linguagem e Cognição no ensino de Física

Posters

Abordagens e interações discursivas;
argumentação, leitura e escrita no ensino
e aprendizagem dos conceitos de Física;
letramento e alfabetização científica.

A MULTISSENSORIALIDADE NA CANÇÃO “TREM DAS CORES”, DE CAETANO VELOSO: UMA ABORDAGEM POÉTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

MULTISENSORY IN THE SONG “TREM DAS CORES”, BY CAETANO VELOSO: A POETIC APPROACH FOR TEACHING OPTICS TO PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS

Kim Silva Ramos¹; Maria da Conceição Almeida Barbosa-Lima²

1 Programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde, IOC/Fiocruz; prof.kim.ramos@gmail.com

2 UERJ/ Instituto de Física Armando Dias Tavares/Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica/IOC-Fiocruz, mcablima@uol.com.br

Resumo

Este trabalho articula, no ponto de vista da análise do discurso, o conceito da multissensorialidade aplicada ao ensino de óptica para pessoas com deficiência visual. A canção “Trem das cores”, de Caetano Veloso, é utilizada para evidenciar encontros discursivos entre poesia e fenômenos ópticos, articulados em uma linguagem acessível a estas pessoas. Lançando mão de algumas evidências que mostram que pessoas com deficiências visuais podem aprender conceitos sobre luz, cores e fenômenos ópticos, analisamos a construção verbal da letra da canção através de algumas categorias linguísticas fundamentadas nas contribuições de Mikhail Bakhtin nesta área. Os resultados demonstram de fato que há elementos presentes no processo de significação que apontam para a construção social de uma linguagem multissensorial das cores e da luz.

Palavras chave: multissensorialidade, Trem das cores, ensino de óptica, deficiência visual, linguagem, análise do discurso

Abstract

This work articulates, from the point of view of discourse analysis, the concept of multisensory applied to the teaching of optics for people with visual impairments. The song “Trem das cores”, by Caetano Veloso, is used to highlight discursive encounters between poetry and optical phenomena, articulated in a language accessible to these people. Using some evidence that shows that people with visual impairments can learn concepts about light, colors and optical phenomena, we analyze the verbal construction of the lyrics of the song through some linguistic categories based on the contributions of Mikhail Bakhtin in this area. The results demonstrate in fact that there are elements present in the signification process that point to the social construction of a multisensory language of colors and light.

Key words: multisensory, Trem das cores, teaching optics, visual impairment, language, discourse analysis

Introdução

Cor e luz. Palavras e fenômenos do mundo físico. Percebemos visualmente os objetos ao nosso redor apenas porque eles interagem com a luz, a emitem, refletem, refratam, absorvem ou transformam; todavia, sem os mesmos objetos, não se percebe nenhuma luz ou cor. Comunicamos cor e a experimentamos em diversas atividades humanas e fazemos dela uma característica cultural. Entre efeitos psicológicos das cores e os fenômenos luminosos e cromáticos do mundo material, a humanidade criou em torno deles “culturas coloridas” que socializaram a luz através de sua presença em quase todas as atividades humanas.

As cores têm história (GOTTESMAN, 2016) e estão imbuídas de símbolos e de uma linguística na transmissão de informações (NUNES, 2012), cujos significados são alterados dentro do contexto sociocultural na história da humanidade, e homens e mulheres, com deficiências visuais ou não, têm acesso a tais conteúdos conceituais pois estes estão socialmente disponíveis, na ciência, na arte, na linguagem, nos costumes. Shepard e Cooper (1992) discutem resultados de estudos em psicologia cognitiva que apontam a importância da linguagem, da experiência pessoal e das estruturas neuronais na representação mental das cores, de maneira a descentralizar a percepção visual neste processo.

De fato, nem todos os elementos de uma “cultura colorida” são comunicáveis apenas a partir de informações visuais. Sem linguagem, conhecimento algum pode ser adquirido e manipulado. Sem as palavras e os enunciados, não se se apropria do mundo cognoscível nem se comunica-o, nem se dá forma ao pensamento. Para Mikhail Bakhtin e Lev Vigotski, não há palavra sem mundo, nem mundo sem palavra: seres humanos dão vida objetiva e subjetiva ao que os rodeia ao construir uma linguagem para representá-lo em sua comunicação (SILVESTRI; BLACK, 1993). Nas palavras de Bakhtin, “a língua penetra na vida através dos enunciados concretos que a realizam, e é através dos enunciados concretos que a vida penetra na língua” (BAKHTIN, 1997, p. 282).

A extensão da contribuição destes soviéticos para pensar a linguagem é vasta, mas muito precisa quando se a reduz e aproxima da problemática do ensino para pessoas com deficiência visual. Vigotski anuncia que “a palavra vence a cegueira” (VIGOTSKI, 1997, p. 74) É através das palavras que uma pessoa cega de nascimento pode saber que o céu é azul ao meio dia ou avermelhado ao pôr-do-sol, que a grama é verde, que é a neve é branca (BIANCHI; RAMOS; BARBOSA-LIMA, 2016), que ela pode combinar as roupas de seu armário, que pode associar as cores a estados emocionais...

As pesquisas em ensino inclusivo de óptica para pessoas com deficiência visual colecionam alguns resultados que mostram que estas pessoas podem aprender conceitos próprios desta ciência desde que as informações conceituais veiculadas sejam ancoradas em modelos sensoriais que não priorizem unicamente a visão e também que a linguagem utilizada para comunicá-los privilegie construções semânticas apropriadas e acessíveis (CAMARGO; NARDI, 2008; CAMARGO, 2011). Este trabalho se embasa nestes dois pilares: na multissensorialidade e na análise do discurso, que irá buscar na letra da canção elementos semânticos e estilísticos que exploram construções verbais acessíveis a pessoas com deficiência visual.

A multissensorialidade: dos materiais didáticos tátil-visuais à linguagem

A multissensorialidade surge em Soler (1999) numa perspectiva de orientar didaticamente o ensino inclusivo, a partir da premissa básica de que as ideias que fazemos do mundo sensível são codificadas em percepções sensoriais articuladas entre si em diferentes níveis e organizadas por nossa mente através da linguagem. A metodologia da multissensorialidade norteia trabalhos em muitas áreas de investigação e é a práxis da inclusão de pessoas com deficiências visuais, assim como idosos, analfabetos e pessoas com outras limitações e deficiências, em ambientes culturais e educativos, em diferentes perspectivas. Em nosso trabalho, a multissensorialidade pode ser pensada, metaforicamente, como uma lente pela qual deixaremos passar as “luzes” que nossos olhos não acessam, pois tratam-se “daquelas” que não têm vínculo exclusivo com a visão. Assim, trataremos de evidenciar uma *linguagem multissensorial para as cores* presente na canção escolhida.

Para embasar esta busca, é preciso conceituar a multissensorialidade para além de uma perspectiva puramente didática. Assim, como é possível ligar a multissensorialidade à linguagem? Com Vigotski (2007), nossa pista começa com a possibilidade de admitir que não há nada em nossa consciência sem um significado:

A formação dos conceitos é resultado de uma complexa atividade em que todas as funções intelectuais fundamentais participam. No entanto, este processo não pode ser reduzido à associação, à tendência, à imagética, à inferência ou às tendências determinantes. Todas estas funções são indispensáveis, mas não são suficientes se não se empregar o signo ou a palavra, como meios pelos quais dirigimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e o canalizamos para a solução do problema com que nos defrontamos (...). O significado duma palavra representa um amálgama tão estreito de pensamento e linguagem que é difícil dizer se se trata de um fenômeno de pensamento ou se se trata de um fenômeno de linguagem. Uma palavra sem significado é um som vazio; portanto, o significado é um critério da palavra e um seu componente indispensável (VIGOTSKI, apud. BIANCHI; RAMOS; BARBOSA-LIMA, 2016, p. 149).

Desta maneira, Vigotski nos conduz a investigar a formação dos significados no pensamento através das palavras. Investigando as palavras que espontaneamente um grupo de cegos associavam com diferentes cores, Bianchi, Ramos e Barbosa-Lima (2016) observaram que as palavras ditas por este grupo tinha forte semelhança com as que associou um grupo de controle composto por pessoas normovisuais¹, o que apontava para um origem associativa comum. Em sintonia com o categoria da multissensorialidade, os autores aferiram sua presença na formação das palavras livremente citadas por ambos os grupos: “qualquer processo de significação pode ser considerado multissensorial por excelência; não privamos estímulos sensoriais em favor de alguma percepção específica no contato com o mundo” (BIANCHI; RAMOS; BARBOSA-LIMA, 2016, p. 150).

Metodologia

Para a análise do discurso que faremos neste trabalho, foi necessário lançar

¹ Chamamos normovisuais as pessoas sem qualquer deficiência visual.

mão de algumas categorias, as quais apresentaremos a seguir.

1 Multissensorialidade

A presença da multissensorialidade na linguagem empregada por Caetano Veloso será destacada a partir das relações sensoriais verbalmente presentes. Elas serão tratadas a partir da origem sensorial dos elementos semânticos (CAMARGO, 2011), por exemplo: multissensorialidade tato-paladar, tato-visão, etc.

2 Estilística

Segundo a noção bakhtiniana, o discurso é composto por três elementos: a temática, que modela seu conteúdo; o estilo, que é definido pelos recursos linguísticos empregados, e a estrutura composicional, que reflete o enunciado como parte de um gênero discursivo maior (BAKHTIN, 1997). Vamos empregar uma análise estilística das estruturas verbais, com foco nas figuras de linguagem semânticas, como metáfora, catacrese, sinestesia, ambiguidade, além de outras, e de pensamento, como a gradação. Descartamos uma análise de figuras de linguagem sonoras e de construção, uma vez que tais recursos estilísticos aumentariam o esforço analítico para além do nosso interesse. Portanto, a análise das rimas, por exemplo, não estará presente.

Para fins de síntese, apresentamos uma noção geral das figuras de linguagem presentes.

2.1 Metáfora: "(...) caracteriza-se por exprimir uma concentração semântica (FIORIN, 2014), denotando um intenso valor argumentativo, empregada tanto na linguagem textual" verbal e até visual "presente em logomarcas de empresas, imagens estampadas em folhetins e outras ilustrações" (TAMURA, 2016, p. 306).

2.2 Catacrese: "A transposição do nome de uma coisa para outra, transposição do gênero para a espécie, ou da espécie para o gênero, ou de uma espécie para outra, por via de analogia" (ARISTÓTELES apud PEREIRA; BARBOSA, 2014, p.85)

2.3 Ambiguidade ou anfibologia: "A anfibologia é uma forma de ambiguidade do sentido numa construção sintática" (CUMPRI, 2012, p. 136).

2.4 Sinestesia: A sinestesia é constatada quando há uma mistura de percepções sensoriais (FIORIN, 2014) como audição, tato, visão, olfato e paladar (TAMURA, 2016, p. 307).

2.4 Personificação ou prosopopeia: Concentração semântica que atribui vida a seres não humanos, irracionais ou inanimados (TAMURA, 2016, p. 307).

2.5 Gradação: "(...) pode ser entendida segundo a clássica definição da retórica que a define como uma figura de linguagem, onde os elementos se encontram ordenados de forma crescente ou decrescente" (VITALE, 2016, p. 45).

3 Temática

A construção discursiva permite criações verbais livres. De fato, segundo Bakhtin (1997), não há um limite para o número de gêneros discursivos existentes em uma língua, nem os potenciais vínculos entre eles. Porém, a temática pode restringir palavras, frases e enunciados em um dado discurso.

4 Contexto

Para Bakhtin, a linguagem só pode ser examinada no ato de produção do discurso (MOTTA-ROTH; SCHERER, 2016, 168). Esta abordagem nos permite entender que a linguagem é praxis e poesis, faz parte das relações entre seres humanos e entre nós e a natureza. Portanto, o critério essencial da análise do discurso é a experiência humana e as relações dialéticas que os discursos estabelecem entre interlocutores e os objetos da comunicação. Aceitamos a síntese de Motta-Roth e Scherer (2016) de que o contexto de um discurso é “constituído por planos comunicativos, presentes em situações de comunicação recorrentes e institucionalizadas na cultura de um grupo social” (HALLIDAY apud MOTTA-ROTH; SCHERER, 2016).

5 Interdiscursividade entre elementos verbais científicos e poéticos

Esta categoria surge de uma análise científica da poética da canção. Seu autor faz referências implícitas a fenômenos ópticos e à natureza da luz que constroem as impressões multissensoriais elicitadas na letra. São referências implícitas porque não há presença verbal clara destes elementos científicos, porém, a partir do contexto, é possível aceitá-la e demonstrá-la na análise.

Resultados

Os resultados das categorias 1, 2 e 5 são feitos abaixo, no Quadro 1. Em relação às categorias 3- Temática e 4 - Contexto, a análise possibilitou concluir que:

Temática: Nesta canção, a temática é a construção multissensorial para as cores e fenômenos ópticos, daí a presença verbal de nomes de cores, associações sinestésicas e efeitos luminosos.

Contexto: Encontramos que contexto da canção é único, porém, importante para entendermos a construção estilística: trata-se de uma viagem de trem nas primeiras horas da manhã. Muitos efeitos luminosos nestas horas do dia estão presentes, como a mudança das cores do céu e a presença da neblina matinal. O entra e sai de pessoas dos vagões, a relação entre a paisagem e o eu lírico, típicas de uma viagem de trem, bem como possíveis interações entre o eu lírico e outras pessoas são elementos que reforçam este contexto. Outra marca do contexto de uma viagem matinal de trem, é a presença crescente e gradativa da cor azul do céu.

Quadro 1: Análise da canção “Trem das cores” (VELOSO, 1982).

<p><u>A franja na encosta cor de laranja, capim rosa chá (1)</u> <u>O mel desses olhos luz, mel de cor ímpar (2)</u> <u>O ouro ainda não bem verde da serra, a prata do trem (3)</u> <u>A lua e a estrela, anel de turquesa (4)</u></p> <p><u>Os átomos todos dançam, madrugada, reluz neblina (5)</u> <u>Crianças cor de romã entram no vagão (6)</u> <u>O oliva da nuvem chumbo (7)</u> <u>ficando pra trás da manhã</u></p>	<p>(1) multissensorialidade: tato-paladar-visão; uso da catacrese em <i>capim rosa chá</i>; contexto; fenômenos ópticos: refração atmosférica e reflexão luminosa. (2) multissensorialidade: paladar-visão; uso da sinestesia. (3) uso da sinestesia; contexto; fenômeno óptico: interdiscursividade poética e científica em <i>prata do trem</i>: reflexão luminosa. (4) contexto; uso da ambiguidade em <i>a lua e a estrela</i>, uma vez que <i>estrela</i> pode ser o Sol ou o planeta Vênus, chamado de <i>Estrela D'alva</i> (...); uso</p>
--	--

<p><u>E a seda azul do papel que envolve a maçã (8)</u></p> <p><u>As casas tão verde e rosa que vão passando ao nos ver passar (9)</u> Os dois lados da janela E aquela num tom de <u>azul quase inexistente, azul que não há Azul que é pura memória de algum lugar (10)</u></p> <p><u>Teu cabelo preto, explícito objeto (11), castanhos lábios</u> <u>Ou pra ser exato, lábios cor de açai (12)</u> E aqui, trem das cores, sábios projetos: <u>Tocar na Central (13)</u> <u>E o céu de um azul celeste celestial (14)</u></p>	<p>da metáfora em <i>anel de turquesa</i>, aludindo ao céu.</p> <p>(5) interdiscursividade poética e científica em <i>os átomos dançam</i>: natureza quântica da luz; contexto.</p> <p>(6) uso da sinestesia; contexto; fenômeno óptico: reflexão luminosa.</p> <p>(7) multissensorialidade: paladar-visão; uso da sinestesia.</p> <p>(8) multissensorialidade: tato-visão.</p> <p>(9) uso da personificação.</p> <p>(10) uso da sinestesia e da gradação em torno da cor azul; contexto.</p> <p>(11) uso da digressão.</p> <p>(12) multissensorialidade: tato-paladar-visão.</p> <p>(13) contexto: Central faz referência à estação terminal de trens na cidade do Rio de Janeiro/RJ.</p> <p>(14) uso da gradação em torno da cor azul; contexto; fenômeno óptico: refração atmosférica.</p>
---	---

Discussões

A presença das cores nas artes é uma das maiores demonstrações do caráter social, histórico e cultural delas em nossas vidas. As artes plásticas são, obviamente, a morada primeva das cores para além do mundo físico e científico, mas esta canção “Trem das cores”, de Caetano Veloso, de 1982, é um exemplo de que cor e luz não cabem apenas nos conceitos de pigmentos, abrangendo poesia e música. Além disso, a linguagem humana construiu significados para as cores que extravazam estruturas semânticas-empíricas indissociáveis à percepção visual (CAMARGO, 2012).

Este trabalho busca contribuir para os desafios da inclusão de pessoas com deficiências visuais em aulas regulares. As dificuldades teórico-metodológicas para se produzir aulas inclusivas podem ser contornadas potencialmente na criatividade e na extensão nos diálogos entre ciência e arte, através da multissensorialidade e do uso de linguagens acessíveis.

Buscou-se evidenciar a presença da multissensorialidade na poética da canção. Podemos mostrar que, a partir de uma análise da estética verbal com raiz em fundamentos bakhtinianos, há uma interação entre discursos poéticos e científicos através de uma abordagem combinada entre os conceitos de cor, luz e fenômenos ópticos. É tal interação que faz de tais conceitos acessíveis a alunos com deficiência visual, uma vez que, de fato, o processo de suas significações é ininterrupto e multissensorial, baseado em associações e interconectado com as experiências sociais e culturais. Tal síntese está melhor expressada na linguagem humana.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos à Capes pelo apoio e financiamento da pesquisa.

Referências

- ARISTÓTELES. *Arte poética*. São Paulo: Martin Claret, 2006.
- BAKHTIN, M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- BIANCHI, C.; RAMOS, K.; BARBOSA-LIMA, M. C. *Conhecer as cores sem nunca tê-las visto*. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 147-164. 2016.
- CAMARGO, E. P. *Ensino de óptica para alunos cegos*. Possibilidades. Curitiba: CRV, 2011.
- CAMARGO, E. P.; NARDI, R. *O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de óptica*. Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, Set.-Dez. 2008, v.14, n.3, p. 405-426.
- CUMPRI, M. L. *A ambiguidade e seus direcionamentos nos tratados linguísticos*. e-escrita Revista do Curso de Letras da UNIABEU Nilópolis, v.3, Número 1 B , Jan. - Abr. 2012.
- FIORIN, José. Luiz. *Figuras de Retórica*. São Paulo: Contexto, 2014.
- GOTTESMAN, S. *The 6,000-Year History of Blue Pigments in Art*. 2016. Disponível em <<https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-a-brief-history-of-blue>>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- HALLIDAY, M. A. K. *Language as Social Semiotic: The Social Interpretation of Language and Meaning*. London: Edward Arnold, 1978.
- NUNES, A. C. N. X; *Informação através da cor*. A Construção Simbólica Psicodinâmica das Cores na Concepção do Produto. ModaPalavra E-periódico. Ano 6, n.9, jan-jul, 2012, p. 63-72. ISSN, 1982-615x.
- MOTTA-ROTH, D; SCHERER, A. S. *Popularização da ciência: a interdiscursividade entre ciência, pedagogia e jornalismo*. Bakhtiniana, São Paulo, 11 (2): 164-189, Maio - Ago. 2016.
- PEREIRA, W. A; BARBOSA, F. A. *A catacrese: abordagem e contextualização no cotidiano*. Cadernos do CNFL, V. XVIII, N 6 – Estilística e Língua literária, 2014.
- SHEPARD, R. N.; COOPER, L. A. *Representation of colors in the blind, color-blind, and normally sighted*. Psychological Science, Chicago, n. 3, 1992. p. 97-104.
- SILVESTRI, A; BLANCK, G. *Bajtín y Vigotski: la organización semiótica de la conciencia*. Barcelona: Anthropos, 1993.
- TAMURA, S. T. *Entre significantes e significados: figuras de linguagem e retórica, literatura e ensino*. Diálogo das Letras, Pau dos Ferros, v. 05, n. 02, p. 305-309, jul./dez. 2016.
- VELOSO, C. *Trem das cores*. Álbum "Cores Nomes". Philips LP 6328 381, A-3. CD 838.464-2, Track 3, 1982.
- VIGOTSKI, L. S. *Fundamentos de defectologia*. In: Obras completas. Tomo V.

Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1997. p. 74 - 87.

_____. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VITALE, C. *Da gradação ausente à gradação harmônica: Atmosphères* de György Ligeti. *Música em perspectiva*, v.9 n.1, janeiro 2016, p.45–68.

ENSINO DE FÍSICA E LINGUAGENS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

PHYSICS TEACHING AND LANGUAGES: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Roberta Lucena¹, Marcelo Perrotta², Giselle Faur de Castro Catarino³

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro /Departamento/Escola/robertanlucena@gmail.com

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Departamento/Escola/marcelohpbg@gmail.com

³Universidade do Estado do Rio de Janeiro/DFAT-IF/gisellefaur@gmail.com

Resumo

Diversos são os problemas que atuam direta e indiretamente na qualidade do Ensino de Física na educação básica. Alguns deles são a desvalorização do professor, a discussão a respeito do conteúdo a ser inserido no ensino-aprendizagem de História e Filosofia da Ciência, tempo didático, falta de motivação dos alunos, dentre outros. Nesse sentido, torna-se importante estudar possíveis métodos que amenizem estes problemas, tanto por professores quanto por alunos, para tornar a alfabetização científica destes mais eficiente. O estudo a respeito da abordagem adequada a ser utilizada nos diferentes ambientes de sala de aula é essencial para conectar o docente com o discente, de forma que aquele se mantenha inserido na realidade deste, para que seja possível compreendê-lo e ajudá-lo. Assim, como tentativa de expor ideias que possam abrir espaço para o debate acerca das dificuldades encontradas, este artigo tem o objetivo de analisar e criticar, por meio de uma Revisão Literária Sistemática, outros trabalhos que lançam mão de estratégias para aprimorar o Ensino de Física, de forma a entreter e motivar os estudantes, seja pela realização de jogos lúdicos, simuladores de experiências, utilização da linguagem adequada, arte, etc. Com as informações obtidas foram apresentados os principais assuntos abordados pelos trabalhos escolhidos, tal como pontos considerados positivos para implementação, que sejam capazes de motivar o ensino-aprendizagem em sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de Física. Linguagem. Revisão Sistemática de Literatura.

Abstract

There are several problems that act directly and indirectly in the quality of Physics Education in basic education. Some of them are the devaluation of the teacher, the discussion about the content to be inserted in the teaching-learning of History and Philosophy of Science, didactic time, lack of motivation of the students, among others. In this sense, it is important to study possible methods that alleviate these problems, both by teachers and students, to make their scientific literacy more efficient. The study regarding the approach to be used in different classroom environments is essential to connect teacher and student in a way to remains inserted in the student's reality, so that it is possible to understand and help him. Thus, in an attempt to expose ideas that can open space for the debate about the

difficulties encountered, this article aims to analyze and criticize, through a Systematic Literary Review, other works that use strategies to improve Physics Teaching, in order to entertain and motivate students, whether by playing games, simulating experiences, using appropriate language, art, etc. With the information obtained the main subjects addressed by the chosen works were presented, as well as points considered positive for implementation that are capable of motivating teaching-learning in the classroom.

Keywords Physics Teaching. Language. Systematic Literature Review.

Introdução

Há muito tempo se discute a respeito dos problemas para elaboração de um ensino-aprendizagem em Física de qualidade na educação básica. Isto ocorre pela influência de alguns fatores tais como falta de diálogo e consenso entre historiadores da ciência e pesquisadores em educação, para que a história da ciência (HC) seja explorada em sala de aula (MARTINS, 2014), o tempo didático, a infraestrutura, professores incapacitados, etc. (FORATO, 2011).

Segundo Freire (1996), a memorização mecânica do ensino não educa, mas domestica o aluno para que ele apenas reproduza o que lhe foi dito, sem que possa argumentar a favor ou contra algo, por não ter seu raciocínio estimulado para isso. Para o filósofo, aprender é construir, reconstruir e constatar para mudar, de forma a aventurar o espírito em novos riscos. É por isso que ensinar é uma tarefa árdua e exige constante dedicação, para que determinado assunto abordado não se torne monótono e desprovido de sentido, mas que esteja em constante mudança no que se refere à forma de construir o conhecimento, tanto do professor quanto do aluno.

Levando em consideração a problemática do Ensino de Física na educação básica, é essencial que sejam feitas pesquisas para levantamento de dados e análises críticas que irão contribuir para o desenvolvimento de metodologias e estratégias, nas diversas áreas do conhecimento, além de gerar subsídios para inovações na educação básica. Como o professor precisa sempre estar atento a novas ideias, a realização de uma revisão de literatura pode ajudá-lo neste processo de busca, pois esta consiste em organizar, esclarecer e resumir as principais obras existentes, bem como fornecer um espectro de literatura relevante em uma determinada área (VOSGERAU, 2014). Isto se torna cada vez mais possível com o avanço da tecnologia e meios digitais, que possibilitam que alguns artigos sejam disponibilizados de maneira online e gratuita.

Compreendendo o uso de diferentes tipos de linguagem como ligação entre as estratégias do professor e os objetivos a serem alcançados na construção do processo de ensino-aprendizado, entendemos que é por eles que a comunicação é estabelecida entre os sujeitos, inseridos em um contexto, que a desenvolvem. De acordo com Silva (2014), o uso da linguagem em ensino de física busca explorar a cognição e a lógica, a argumentação, a interação ou a socio interação. Pode ser utilizada como ponte entre o pensamento individual e subjetivo e a concepção de racionalidade intersubjetiva.

Diante deste cenário, realizou-se uma revisão de literatura sistemática, a partir de uma pesquisa acerca de artigos publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, durante a disciplina Linguagem em Ensino de Física, ministrada

para licenciandos do curso de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Esta pesquisa teve por objetivo a busca por propostas inovadoras para o Ensino de Física na educação básica, de forma a contribuir para a inserção de estratégias de ensino e melhorar a motivação e desempenho dos alunos.

Metodologia

A pesquisa realizada é qualitativa, uma vez que as questões envolvendo nossa investigação não se estabelecem “mediante a operacionalização de variáveis, sendo, outrossim, formuladas com o objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 16). Assim, o caráter complexo e subjetivo dos dados analisados requereu uma linha qualitativa de pesquisa:

Ao contrário do enfoque positivista, que defende uma concepção relativamente estática da realidade social, à imagem e semelhança da realidade física, no enfoque interpretativo considera-se que a realidade social tem uma natureza constituída radicalmente diferente da realidade natural. O mundo social não é fixo, nem estável, mas dinâmico e mutante devido ao seu caráter inacabado e construtivo. (PÉREZ GÓMEZ, op. cit., p. 100).

Entendemos que, no enfoque interpretativo, o processo de investigação é um fenômeno social que pressupõe uma complexa interação entre o pesquisador e o objeto pesquisado.

Para este trabalho, foi escolhida a revisão de literatura sistemática, que consiste na busca de estratégias para diagnóstico crítico da pesquisa em questão, bem como determinação de critérios de inclusão e exclusão dos artigos analisados.

É importante destacar que esta revisão de literatura ocorreu durante a realização de um trabalho em duplas em uma disciplina do curso de Licenciatura em Física. Portanto, estas examinaram diferentes fontes de pesquisa, na qual os licenciandos responsáveis por esta publicação analisaram artigos presentes no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)*.

No CBEF foi utilizada a ferramenta de pesquisa disponível na página da revista, incluindo todos os itens de escopo de busca (Autor, Título, Resumo, Termos indexados, Texto Completo). O período de busca selecionado está entre os anos de 2015 e 2019. Os termos usados para busca foram: Linguagem, Ensino de Ciências e Ensino de Física.

A partir dos resultados encontrados, iniciou-se a etapa de leitura de todos os títulos e resumos e foram incluídas na revisão as publicações que apresentaram alguma proximidade com os debates realizados durante as aulas na disciplina, com os temas comunicação e linguagem, e que tratavam do ensino de Física. Assim, obtiveram-se 6 artigos que foram analisados na íntegra. A Tabela 1 descreve estes artigos, bem como os autores correspondentes, ano de publicação e motivação para a escolha, baseada no que foi explicitado no início deste parágrafo.

Tabela 1 - Artigos escolhidos para análise e suas especificações.

ARTIGO	AUTORES	ANO	CRITÉRIO DE ESCOLHA
Física Quântica no Ensino Médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015.	Nathan Lima; Fernanda Ostermann; Claudio Jose Cavalcanti	2017	Análise sob a linha de pensamento bakhtiniana a respeito dos livros atuais do Ensino Médio
Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos.	Antonio Augusto Soares; Letícia Moraes; Franciele Oliveira	2015	Utilização de estratégias metodológicas para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio.
Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio.	Rúbia de Fátima Fernandes; Flaviston Pires; Thaís Cyrino Forato; José Alves da Silva	2017	Introdução de uma metodologia alternativa a partir da mudança de linguagem.
O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica.	Ericarla de Jesus Souza; Luiz Adolfo de Mello	2017	Possíveis abordagens para a melhoria no ensino de hidrodinâmica.
A aprendizagem da linguagem física em um curso de introdução à Mecânica Clássica.	Henrique Cesar Ballestero; Sergio de Mello Arruda; Marinez Passos	2017	Análise da linguagem e conhecimento científico sob o pensamento de Thomas Kuhn e Knud Illeris
Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas.	Giovanninni Leite Batista; Juliana Mesquita Drummond; Daniel Brito de Freitas	2015	Uso de estratégias de linguagem para auxiliar no ensino de física.

Apresentação dos Dados

O primeiro artigo teve como objetivo analisar, sob o ponto de vista bakhtiniano, as abordagens dos livros didáticos de Física no ensino médio e compreender como os elementos do enunciado - tema, estrutura e estilo – são empregados para veicular uma visão de ciência. Foram analisados 14 livros didáticos voltados para o terceiro ano do Ensino Médio. Além dos livros foi feita uma pesquisa sobre a formação dos autores destes, a fim de compreender o contexto extra verbal de cada livro de Física. Como conclusão, foi possível observar que os enunciados reforçam o mito de que a ciência sempre promove o avanço tecnológico e o bem estar social - linearidade científica - além de utilizar das mesmas definições para diversos livros didáticos, o que demonstra o mesmo nível de conhecimento por parte dos autores (com nível superior de ensino). Os resultados indicam que os enunciados analisados pelos autores ainda se mostraram positivistas e ultrapassados.

O segundo artigo analisado teve como objetivo aproximar os alunos do tema Física Moderna, através da exploração da teoria sociointeracionista de Vygotsky, que consiste em estimular a interação entre os alunos, com objetivo de melhorar o desenvolvimento cognitivo deles (SOARES, 2015). Para isso, foram utilizados

simuladores virtuais desenvolvidos pelo grupo PhET¹, com aplicação nos seguintes temas: espectroscopia, radioatividade e física nuclear. Os simuladores foram manuseados pelos próprios alunos, enquanto o professor apenas atuava como mediador na produção do conhecimento. Os autores entenderam que esta estratégia atuou de forma positiva com o esperado, pois permitiu que os estudantes interagissem de forma a compartilhar opiniões e discutir acerca dos fenômenos físicos que observaram, além de visualizarem conceitos considerados abstratos. Também houve a percepção da necessidade de se ensinar Física Moderna em sala de aula.

O terceiro artigo destaca a importância de exaltar a construção do conhecimento científico como um processo humano, histórico e social, além de desenvolver e estimular, através de uma mudança na linguagem utilizada em sala de aula, debates e trabalhos de grupo entre alunos, tornando a Física do século XX – Física Moderna - acessível aos alunos da escola básica, tendo em conta uma educação para os direitos humanos. Tal mudança de linguagem teve como foco a utilização de obras de arte do pintor surrealista Salvador Dalí. A abordagem proposta no artigo promoveu uma reflexão de algumas obras do pintor surrealista através de debates e discussões acerca de assuntos envolvendo mecânica quântica. O artigo argumenta que a união dos eixos, conceitual e matemático, pode proporcionar níveis mais profundos de compreensão sobre os temas de mecânica quântica apresentados, bem como da natureza da física – essencialmente humana.

O quarto artigo inspira-se no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do MEC, de forma a buscar conscientizar sobre a importância em criar programas de incentivo a profissionais na área de educação em ciências, com foco no desenvolvimento de conceitos e experimentos e menos enfoque em aplicação de fórmulas matemáticas nas aulas de Física. Foram realizadas algumas atividades lúdicas com o tema “Hidrodinâmica”, como jogos educacionais e simulações por meio de um software desenvolvido para o ensino de Física, o Modellus (TEODORO, 2002). Por fim, houve uma busca pelo melhor método de avaliação das atividades realizadas. Estas foram essenciais para identificar as concepções alternativas dos alunos. Após a realização das atividades e avaliação, concluiu-se que os alunos se sentiram mais interessados pela Física e também que houve boa contribuição para o aprendizado deles, uma vez que as atividades proporcionaram o confronto entre o conhecimento intuitivo dos alunos e os conceitos científicos. Também ficou claro que as simulações feitas pelo Modellus ajudaram os estudantes a compreender os conteúdos abordados, assim como visualizar melhor o problema físico modelado. Com isso, conclui-se que a sequência didática elaborada contribuiu para uma evolução considerável do uso de concepções científicas por parte dos discentes.

O quinto artigo aborda o uso da linguagem e do conhecimento científico sob o pensamento de Thomas Kuhn e Knud Illeris. O artigo tem como objetivo analisar o processo de expansão do vocabulário tido por um dos alunos de um curso de Mecânica Clássica no ensino superior e como este processo interfere no conhecimento científico. A aprendizagem resultante do processo de aprendizagem, contudo, não se limita apenas às palavras do vocabulário, mas inclui também o

¹ PhET é uma coleção de mais de 100 simulações interativas para aprender e ensinar ciências. As simulações podem ser encontradas no site <https://phet.colorado.edu/>

mundo ao qual ele se aplica. O diálogo exposto no artigo entre o aluno e o docente da disciplina corrobora as visões de aprendizagem de Knud Illeris e Thomas Kuhn, uma vez que exemplifica em um determinado momento que o léxico (KUHN, 2003) científico adquirido pelo aluno estava em processo de expansão devido ao seu processo de compreensão e interpretação (KUHN, 2003) dos significados contidos na abordagem lagrangiana.

O sexto artigo escolhido para análise busca ampliar a reflexão acerca da importância do ensino-aprendizagem de História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino básico, ao mostrar a importância da problematização de questões que envolvem o método científico, para que não sejam estudados apenas os “produtos” da ciência. Desta forma, busca-se encontrar a solução para a seguinte questão:

“como o ensino de ciências, e, em particular, o de física pode contribuir para potencializar os alunos a produzirem respostas aos problemas de seu contexto sociocultural? (GUERRA, 2014, p. 129)”.

A ideia é que o aluno, sob mediação do professor, possa agir como investigador do processo do fazer científico. Para isso, os autores do artigo trazem dois exemplos de fontes primárias que podem ser utilizadas pelo professor em sala de aula: uma carta de 1644, na qual Evangelista Torricelli escreve sobre sua pesquisa, e uma correspondência de 1648 entre Blaise Pascal e seu cunhado Florin Périer, na qual este descreve a realização de experimento no Puy-de-Dôme. Os autores propõem ideias de como estes registros podem ser utilizados em vista de uma aula de ciências mais dinâmica, com objetivo de deixar de lado o método expositivo presente na maioria das aulas de ciências. A carta de Torricelli foi editada de forma a parecer uma entrevista realizada entre um jornalista e o cientista presente na Edição V de um jornal. Já para o experimento do Puy-de-Dôme, a ideia proposta no artigo é de que a correspondência fosse utilizada de forma direta na sala de aula em uma perspectiva investigativa. O texto é concluído com a ênfase na importância de fazer com que o aluno seja protagonista no processo de construção de sua alfabetização científica, ao invés de apenas receber informações dos produtos da ciência. Através de seu interesse e indagações o aluno será capaz de entender que a ciência é construída pelos humanos, através de colaborações. Isto é importante para desmistificar a ideia de que cientistas são gênios isolados de qualquer contexto social, político, econômico, etc.

Discussões e Considerações Finais

A presente revisão teve por objetivo analisar atuais trabalhos, voltados para o tema Linguagens e Ensino de Física/Ciências, que possam contribuir para reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem de física na educação básica.

Uma vez que o aluno faz parte da construção da sociedade e também se constrói nela, o professor, ao preparar sua aula, deverá levar em consideração a inserção daquele no ambiente extraescolar, para buscar entrar em contato com suas experiências em sociedade. Com isso, o docente pode também ser capaz de estimular o discente e gerar motivação para aprender.

Os artigos trazidos para análise neste texto possuem em comum o cuidado na utilização da comunicação como fator de incentivo às práticas pedagógicas. É notório que há um consenso no pensamento dos autores citados em relação à busca pela interação como estratégia de construção de conhecimento científico dos alunos, seja pela argumentação, diálogo em sala de aula, interação com diversas

ferramentas ou foco no entendimento da Ciência como uma construção humana, cultural.

O socio interacionismo de Vygotsky e a linguagem de Bakhtin surgem como teorias convergentes com as atuais discussões na área por se mostrarem fundamentais para motivar o diálogo e a interação, possibilitar o debate e a construção coletiva a respeito de fenômenos estudados e lançar mão da argumentação para defesa de diversos pontos de vista. Esse fato se relaciona ainda com a questão dos Direitos Humanos, presente em um dos trabalhos, quando permite que diversas formas de entender o mundo dialoguem em um mesmo espaço, de maneira a gerar empatia. Além disso, ao entrarem em contato com a problematização, pela contextualização da realidade dos cientistas de determinada época, é possível perceber que não há neutralidade na Ciência nem no discurso sobre ela.

Para assuntos de Física Moderna Contemporânea (FMC), a utilização de diferentes linguagens é importante para a compreensão de fenômenos relativamente complicados e considerados abstratos para os alunos. O uso de metodologias que envolvam linguagem não verbal e a promoção de debates que abordam assuntos de algum tópico de FMC capacitam os estudantes a compreenderem a relação abstrato/concreto, fundamental para o desenvolvimento do próprio conhecimento. Os enfoques apresentados nos trabalhos analisados indicam ainda a possibilidade de desenvolvimento da motivação através da interação, por meio de aulas mais participativas, para tornar o processo de ensino-aprendizagem menos rígido e verticalizado. A interação faz parte do processo de aprendizagem e, para Freire, esta ruptura com o processo mecanicista se torna essencial para a construção do conhecimento científico.

Percebemos ainda o diálogo estabelecido entre Linguagem e a perspectiva Ciência, tecnologia e sociedade (CTS) que vem se apresentando como uma importante área para a construção do conhecimento científico do aluno, no que se refere ao ensino de física na educação básica (SILVA, 2016). Sua implementação nos espaços de educação formal e não formal, por meio de excursões a museus, realização de filmes, peças de teatros, pinturas, etc., promete despertar o interesse do aluno em adquirir um aprendizado de forma a se distanciar do tradicional método de ensino, no qual é decretada a presença de um transmissor (professor) e de receptores (alunos).

Por fim, outro caminho fundamental para compreender a Ciência como parte de nossa cultura (ZANETIC, 2005) é a promoção do diálogo entre a Ciência e a Arte, caracterizando uma abordagem pedagógica interdisciplinar indispensável para a construção de uma visão que contemple a complexidade da evolução histórica dos conceitos. Dessa maneira, pensar o uso dos tipos de linguagem no Ensino de Física e suas implicações para a sociedade requer discutir os caminhos que podemos planejar para favorecer reflexões filosóficas, políticas e pedagógicas acerca das práticas educativas e das suas interferências na sociedade em que vivemos.

Referências

- BOGDAN, R. C. & BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e métodos*. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.
- CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, 2009.
- FORATO, T. C. D. M; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. D. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GUERRA, A. A identidade e o diálogo como possibilidade de superação da controvérsia entre educadores e historiadores da ciência. In: CAMARGO et al. (Org.). **Controvérsias na Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2014. cap. 6, p. 129-142.
- MARTINS, R. A fundamentação histórica da lei da inércia: um exemplo de conflito entre educadores e historiadores da ciência no uso da história da ciência no ensino de física. In: CAMARGO, S. et al. (org). **Controvérsias na pesquisa em ensino de física**. São Paulo. Livraria da Física, 2014. p. 143 - 159.
- MENDES, J. F. O uso do software modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa. 2009. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade de Brasília.
- PEREIRA, A. M. R. **Avião de papel**. Projeto de peças. Disponível em: <www.ebah.com.br/content/ABAAAfGpkAG/aviao-papel>. Acesso em: 03 mai. 2019.
- PÉREZ GÓMEZ, A. I. Compreender o Ensino na Escola: modelos metodológicos de investigação educativa IN: Pérez Gómez, A. I. e Sacristán, J. G. **Comprender e transformar o ensino**. 4ª ed. Artmed, 1998.
- SILVA, H. Linguagem, epistemologia, contexto, sujeito e ensino de Física/Educação em ciências: trajetos. In: CAMARGO, S. et al. (org). **Controvérsias na pesquisa em ensino de física**. São Paulo. Livraria da Física, 2014. p. 285 - 304.
- SILVA; A. Jogos e avaliação no processo ensino-aprendizagem: uma relação possível. **REnCiMa**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2011.
- SILVA, A. P. B; PEREIRA, D. D. L. Abordagem CTS no ensino de física: simplismo e acriticidade. **XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Natal, p. 1-8, 2016.
- SILVEIRA, R. S.; BARONE, D. A. C. Jogos Educativos computadorizados utilizando a abordagem de algoritmos genéticos. In: Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, 4., 1998, Brasília.
- STUDART, N.; S.R. DAHMEN. A física do voo na sala de aula. **Física na Escola**, v. 7, n. 2, 2006.
- TEODORO, V. D. **Modellus: experiments with mathematical models**. Disponível em: <<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>>
- VIGOTSKY, L. S. Manuscrito de 1929. **Educação & Sociedade**, n. 71, p. 45-78, 2000.
- VOSGERAU, D. S. R; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.
- ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-4, 2005.

A PROBLEMATIZAÇÃO GERADA A PARTIR DE UMA INCOERÊNCIA NO CONHECIMENTO: DISCUSSÕES DE EPISÓDIOS ENVOLVENDO O ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA

THE PROBLEMATIZATION GENERATED FROM AN INCOHERENCE IN KNOWLEDGE: DISCUSSIONS OF EPISODES INVOLVING SCIENCE / PHYSICS TEACHING

Afonso Werner da Rosa¹, Alisson Giacomelli², Cleci T. Werner da Rosa³

¹Universidade de Passo Fundo/Física, afonsowr@hotmail.com

²Universidade de Passo Fundo/Física, alissongiacomelli@upf.br

³Universidade de Passo Fundo/ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e Programa de Pós-Graduação em Educação, cwerner@upf.br

Resumo

O presente estudo discute que a formulação de perguntas é fundamental para gerar novos conhecimentos, todavia, há uma etapa anterior a ela, associada à problematização e formulação de perguntas. Essa, por sua vez, surge diante de uma situação de dúvida, de incompreensão, de incerteza ou frente a uma incoerência percebida. Esse processo de identificar lacunas no conhecimento e a partir delas gerar situações problematizadas é um processo metacognitivo associado à tomada de consciência dos sujeitos sobre seus próprios conhecimentos. Tal entendimento levou a estruturar e discutir dois episódios de ensino que possibilitaram os estudantes verificar inconsistências em seus conhecimentos, instigando-os a formular perguntas. Desse modo, tem-se como objetivo principal do estudo relatar esses episódios de ensino que ilustram que problematizar conhecimentos científicos aparentemente consolidados na estrutura cognitiva, pode favorecer o surgimento de perguntas e, com isso, de novos conhecimentos. O estudo, portanto, caracteriza-se como descritivo, envolvendo relatos que são analisados à luz da importância de identificar desconhecimentos e da problematização desses, tomando como referência os estudos de Phillips, Watkins e Hammer (2017; 2018). O texto conclui que há uma relação direta entre a verificação de incoerências e a geração de novos conhecimentos guiados pela problematização.

Palavras-chave: Incompreensões e incertezas do conhecimento; metacognição; Formulação de perguntas.

Abstract

The present study discusses that the formulation of questions is fundamental to generate new knowledge, however, there is a step before it, associated with the problematization and formulation of questions. This arises in the face of a situation of doubt, incomprehension, uncertainty or in the face of a perceived inconsistency. This process of identifying gaps in knowledge and generating problematic situations from them is a metacognitive process associated with the subjects' awareness of their own knowledge. This understanding led to structuring and discussing two teaching

episodes that enabled students to check inconsistencies in their knowledge, prompting them to ask questions. Thus, the main objective of the study is to report these teaching episodes that illustrate that problematizing scientific knowledge apparently consolidated in the cognitive structure, can favor the emergence of questions and, with this, new knowledge. The study, therefore, is characterized as descriptive, involving reports that are analyzed in the light of the importance of identifying unknowns and their problematization, taking as a reference the studies by Phillips, Watkins and Hammer (2017; 2018). The text concludes that there is a direct relationship between the verification of inconsistencies and the generation of new knowledge guided by problematization.

Keywords: Misunderstandings and uncertainties of knowledge; metacognition; Questions formulation.

Introdução

Resolver problemas está entre as atividades mais utilizadas no ensino de Física, nos diferentes níveis de escolaridade. Desde a modalidade “lápiz e papel”, com apoio de algoritmos matemáticos – os mais utilizados pelos professores –, até os vinculados a questões sociais, marcados pelas dimensões científicas e tecnológicas do conhecimento. Essa sinergia entre ensino de Física e resolução de problemas decorre dos próprios objetivos dessa ciência no processo formativo, como bem salientado por Carl Wieman, ganhador do Noble Prize in Physics em 2001:

Competência *expert* é um dos objetivos principais da educação e está em uma área que a pesquisa tem proporcionado percepções úteis. Uma metáfora apta é a que o estudante e o expert são separados pelo equivalente mental de um abismo; a função do ensino é guiar o estudante ao longo do caminho mais seguro e efetivo por meio desse abismo até uma forma de pensar em um grau superior. Pesquisas educacionais, medidas precisas, e novas tecnologias possibilitam guiar muitos estudantes através do caminho em direção à verdadeira compreensão e apreciação da física (WIEMAN; PERKINS, 2005, p. 38, tradução nossa).

Embora possam ser caracterizados de diferentes formas, podemos dizer que os problemas estão orientados por perguntas que como mencionado por Pizzini e Shepardson (1991), representam sua parte essencial. Para resolver um problema, torna-se fundamental fazer perguntas que ao ser integrado a esse processo de problematização da situação apresentada, orienta a busca pela solução. Em outras palavras, um estudante que ao ler um problema, mesmo os do tipo “lápiz e papel” envolvendo o conceito de velocidade média, por exemplo, pode se dar conta que não sabe algo ou que há uma incoerência nas suas ideias. A partir disso, pode problematizar o conteúdo em discussão, possibilitando retomar o conceito em estudo e, com isso, qualificar seus conhecimentos iniciais sobre o tema. Ou seja, tomar consciência de que não sabe algo possibilita problematizar e fazer perguntas, o que pode ampliar o conhecimento inicial.

Phillips, Watkins e Hammer (2017; 2018), mostram que o movimento de revistar conteúdos pode levar à identificação de incompreensões e incertezas do conhecimento. Os autores trazem à discussão essa perspectiva, apontando a

problematização como elemento fundamental para a geração de boas perguntas. De acordo com os autores, é esse movimento de pensar sobre o conhecimento e rever compreensões, que oportuniza identificar falhas e lacunas de conhecimento, ou o desconhecimento, conduzindo à elaboração de perguntas. Nessa direção, os autores relatam que a história da ciência está permeada de revisões de conhecimento, nas quais o cientista, ao visitar os saberes que aparentemente estão consolidados, percebe lacunas, das quais surge a problematização.

Nesse processo, de acordo com o apresentado pelos autores, o aspecto central é que esses cientistas são capazes de perceber incoerências e inconsistência nos conhecimentos e, portanto, a necessidade de novas pesquisas:

[...] a ciência muitas vezes começa antes que haja uma pergunta, com o senso de que algo está errado, intrigante ou surpreendente. Transformar um sentimento desagradável em uma questão é, muitas vezes, uma conquista significativa, resultado de um esforço prolongado que chamamos de problematização: o trabalho de identificar, articular e motivar um problema ou uma questão clara (PHILLIPS; WATKINS; HAMMER, 2018, p. 982-983, tradução nossa).

O apresentado apoia-se na perspectiva de que todo conhecimento é uma resposta a uma pergunta, como explicita Bachelard (1977, p. 148): “Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído”. Entretanto, Phillips, Watkins e Hammer (2018) mostram que, para isso, antes deve ter ocorrido um desconforto, um sentimento de incerteza, de dúvida que provocou esse cientista. Dessa forma, os autores dão realce a um aspecto anterior à formulação da pergunta, que é a problematização. Essa, por sua vez, pode estar vinculada à identificação de falhas e lacunas do conhecimento – o desconhecimento consciente. Portanto, problematizar conhecimentos tidos como aceitos cientificamente, como um movimento cognitivo de monitoração e controle da compreensão, ou seja, um processo metacognitivo, pode levar a uma reflexão e a uma avaliação desses saberes.

A consciência da própria falta de conhecimento ou incompreensão é um elemento central na aprendizagem, como evidenciado por Loyens e Rikers (2011), que pode ser gerado a partir da identificação de obstáculos de compreensão. A busca por soluções aos obstáculos detectados na aprendizagem representa uma ação de regulação dos estudantes, o que, de acordo com Otero (2002), ocorre frente a uma meta de aprendizagem e está associada à elaboração de representações mentais particulares e adequadas à compreensão de um conteúdo ou conhecimento específicos; ou ainda, ser decorrente de um desconhecimento ou de um conhecimento prévio que necessita ser, coerentemente, relacionado com a nova informação. Tais obstáculos, no entender do autor, são de natureza consciente e estão associados à tomada de consciência dos estudantes em relação ao que eles não sabem, o que só é possível a partir da identificação do que eles sabem.

A problematização que antecede ou, alternativamente, acompanha a formulação de perguntas, permite esse movimento cognitivo de identificar os conhecimentos prévios e de perceber a existência de obstáculos de compreensão. Portanto, como mencionado por Phillips, Watkins e Hammer (2018, p. 994, tradução nossa): “Temos argumentado que estudantes e cientistas não têm simplesmente perguntas; eles trabalharam para construir perguntas”. O que certamente parte de seus desconhecimentos em relação ao próprio conhecimento.

A partir do entendimento de que revistar conhecimentos já consolidados possibilita perceber desconhecimentos e, com isso, problematizar, formulamos o questionamento central deste estudo: no ensino de Ciências, como a problematização estabelecida a partir da identificação de incoerências do conhecimento científico pode se revelar favorecedora da constituição de um novo conhecimento?

Dessa forma, temos como objetivo relatar episódios didáticos que ilustram que problematizar conhecimentos científicos, aparentemente consolidados, podem favorecer o surgimento de perguntas e, com isso, novos conhecimentos. Tal inferência busca realçar o discutido por Phillips, Watkins e Hammer (2018), que problematizar é uma atividade central na ciência e no ensino de Ciências, análoga à construção de explicações e ao desenvolvimento e ao uso de modelos. Além disso, busca mostrar que problematizar está atrelado ao trabalho dos cientistas e deve fazer parte das situações didáticas experienciadas pelos estudantes no ensino de Ciências.

Episódios didáticos

Para descrevermos os episódios ou situações didáticas selecionadas para esse estudo, partimos de duas atividades desenvolvidas com seis estudantes de nono de ensino fundamental de uma escola pública no interior do Rio Grande do Sul. Os alunos foram selecionados aleatoriamente e convidados a participar de atividades envolvendo conhecimentos em Física, realizadas em horário extraclasse. As atividades associadas à realização de experimentação envolviam o fenômeno de mudança de estado físico (“Ponto de ebulição da água”) e a criação de um campo induzido durante o movimento de um ímã em um tubo de alumínio (“Experimento de Lenz”). Ambas as situações estão associadas a atividades realizadas especificamente para este estudo e tiveram como referencial possibilitar que os estudantes percebessem obstáculos de compreensão ou incoerências em seus conhecimentos.

As manifestações dos estudantes foram gravadas em vídeos e transcritas na integrada, preservando o anonimato dos participantes. As descrições utilizadas neste texto se limitam a exemplos de questionamentos inferidos pelos alunos durante as duas atividades realizadas. Não é objetivo deste texto descrever os diálogos estabelecidos pelos estudantes durante as atividades, visto que isso tornaria extenso o texto. Optamos, então, por analisar tais diálogos em estudos futuros que possam ter uma atenção voltada à perspectiva da argumentação relacionada à detecção de incoerências no conhecimento. Além disso, destacamos que cada sessão durou aproximadamente 45 minutos e foi realizada em um laboratório didático de Física de uma instituição de ensino superior, sendo que os alunos compareceram livremente.

Ponto de ebulição da água

O primeiro episódio didático a ser descrito está relacionado a uma atividade experimental estruturada a partir de uma demonstração, na qual mudamos o estado físico de uma porção de água (“ferver”) à temperatura ambiente. Ou seja, a discussão estava centrada na possibilidade de que poderíamos (ou não!) alterar o estado físico da água (líquido para vapor) sem alterar, significativamente, a sua temperatura, ou seja, à temperatura ambiente. Lembramos que os estudantes

havia estudado em Ciências os estados físicos da matéria e que seu conhecimento sobre o assunto não envolvia a variável pressão como relacionado à temperatura de mudança do estado físico.

Com isso, pretendia-se explorar um conhecimento ainda não discutido por eles, porém, não da forma como tradicionalmente era feito nas aulas de Ciências, mas por meio de situações que levassem os estudantes a identificar a sua falta de conhecimentos. Tal conteúdo estava associado ao diagrama de fases, a partir do qual podemos identificar que o estado físico de uma substância está relacionado a valores de temperatura e pressão e não apenas de temperatura como eles haviam, anteriormente, estudado.

A situação problema apresentada pelo pesquisador – ferver água à temperatura ambiente – provocou discussões entre os participantes que foram intensificadas a partir da realização do experimento. Para realizar a atividade, foi colocado em um béquer 50 ml de água que estavam à temperatura de, aproximadamente, 20°C. O conjunto béquer e água foram submetidos a uma redução drástica de pressão com auxílio de uma bomba de vácuo, levando, rapidamente, a ebulição. Os estudantes, atentos ao que estava ocorrendo, iniciaram um diálogo, envolvendo expressões de espanto frente ao ocorrido, particularmente, porque segundo a compreensão deles, para a água entrar em ebulição era necessário aquecer (aumentar a temperatura) e, aparentemente, isso não estava ocorrendo, portanto, havia uma incoerência no modelo que estavam tentando usar para explicar a situação.

Na continuidade, o pesquisador retirou o béquer com água do invólucro de vidro associado à bomba de vácuo e mostrou aos estudantes que a temperatura permaneceu próximo à ambiente, embora a água tivesse “fervido”, como eles mesmo descrevem. A partir desse momento, os estudantes percebem seus desconhecimentos e iniciam a problematização da situação observada e, com isso, perguntas foram surgindo, tais como: “*não está quente a água?*”, “*de onde surgiram as bolhas pra ferver?*”, “*como a água ferve sem estar no fogo?*”, “*pra que serve essa máquina?*”; “*É ela que faz ferver a água fria?*”. O pesquisador, a partir dessas e outras colocações, inicia uma discussão sobre a relação da pressão a que a água estava submetida com o ponto de ebulição, inferindo um novo conhecimento aos participantes.

Paulatinamente, os estudantes foram tomando contato com as variáveis que poderiam interferir na mudança de estado físico da água e, particularmente, com a relação entre a pressão e a temperatura para a determinação de pontos como o de ebulição. Embora, ainda, sem maiores explicações sobre o fenômeno em discussão, o aspecto explorado nesse momento inicial de discussões foi o quanto a problematização associada à atividade experimental foi provocativa de discussões e da retomada do conhecimento. A partir de seus conhecimentos, os estudantes foram buscando explicações e formulando perguntas que possibilitaram ampliar seus conhecimentos no assunto em discussão.

Com o avançar do debate e das perguntas e a repetição do experimento, os estudantes foram reelaborando seus conhecimentos e passando a incorporar uma nova variável à mudança de estado físico. Tudo isso pôde ser identificado com a problematização que surgiu a partir do experimento e da percepção dos estudantes de que não sabiam a explicação para o que estava ocorrendo, ou seja, a identificação de um desconhecimento. Havia nessa situação uma incoerência que

serviu de situação problematizadora, a qual se mostrou provocativa de perguntas. Isso vem ao encontro do expresso por Phillips, Watkins e Hammer (2017; 2018) ao mencionarem que a problematização gera a formulação de problemas, o que pode levar a novos conhecimentos, suprimindo lacunas de compreensão.

Experimento de Lenz

O segundo episódio a ser descrito é conhecido como “Experimento de Lenz”, que ilustra a denominada “Lei de Faraday-Lenz”. Para tanto, o pesquisador propôs uma situação experimental em que foi abandonado um ímã dentro de um tubo metálico (que seja considerado um bom condutor) e, a partir da variação do fluxo magnético, pode ser discutido a indução de uma corrente elétrica que dará origem a um campo magnético com sentido oposto ao do indutor. O campo gerado resulta em uma força sobre o ímã, oposta à força gravitacional, que acaba por retardando a queda de um corpo dentro desse tudo.

No caso desse episódio e frente à possibilidade de que os estudantes investigados haviam estudo apenas a força gravitacional, foi realizado o experimento de queda de um ímã de neodímio dentro de um tubo PVC e, na sequência, em um tubo de alumínio, ambos com o mesmo comprimento e diâmetro. O objetivo foi mostrar que nas duas situações o tempo de queda era diferente, ou seja, no caso do tubo de alumínio o tempo de queda é maior que no caso do tubo de PVC.

Com essa situação, o pesquisador mostrou aos estudantes que o alumínio por ser um paramagnético, não é fortemente atraído pelo ímã. Entretanto, esse ímã provoca uma corrente induzida (“Corrente de Foucault”) no tubo que gera um campo magnético e esse, por sua vez, diminui a velocidade de queda do ímã, que atinge uma velocidade terminal ao longo do tubo. Para explicar melhor o ocorrido, recorreremos à “Lei de Faraday” a qual menciona que quando há uma variação no fluxo magnético de um sistema, surgirá nele uma força eletromotriz induzida. Somada a ela temos a “Lei de Lenz” que afirma que uma corrente induzida em um sistema em equilíbrio tem sentido oposto ao da variação do campo magnético gerado. A partir disso, podemos dizer que se após a perturbação, o fluxo magnético diminuir, a corrente induzida irá gerar um campo magnético com sentido igual ao do fluxo; se o fluxo magnético aumentar, a corrente induzida irá gerar um campo magnético com sentido oposto ao do fluxo. Nesse caso, o tubo comporta-se como se fossem espiras justapostas e dessa forma produz uma força oposta à gravitacional que diminui a velocidade de queda do ímã ao longo do tubo.

De modo similar ao anterior, os participantes ficaram admirados com o evento e perceberam seus desconhecimentos, iniciando a problematização da situação. As discussões tomaram como referência os conhecimentos que os estudantes já sabiam e logo houve a identificação que esses não davam conta do evento, ou seja, era insuficiente para dar uma explicação sobre a diferença no tempo de queda do objeto em ambas as situações apresentadas. Para dar conta desse desconhecimento, foi necessário discutir o que acontece com o campo magnético do ímã ao percorrer um tubo de alumínio.

A partir da identificação de que existia uma situação problematizadora, os participantes passaram a realizar perguntas de modo a perceber que seu conhecimento sobre o assunto era insuficiente para explicar o ocorrido. Nesse momento, podemos dizer que houve o surgimento de um novo problema, que estava contextualizado pela situação apresentada. As inferências e os diálogos

estabelecidos levaram a que o pesquisador mostrasse aos estudantes que seus conhecimentos necessitavam ser ampliados, o que resultou na discussão sobre a formação de correntes induzidas e novos campos magnéticos a partir do movimento de um ímã.

O conhecimento que os estudantes apresentavam dava conta de explicar a queda do objeto (ímã) por efeitos da força gravitacional e a influência da força de magnetização no caso de um corpo atraído por outro. Tais explicações se revelaram insuficientes para descrever cientificamente a diferença no tempo de queda do ímã nos dois tubos (PVC e alumínio). Essas constatações são alicerçadas por Phillips, Watkins e Hammer (2017; 2018) como um desconhecimento que leva a novos conhecimentos.

Considerações finais

O realizado mostrou que a incoerência de um conhecimento leva à problematização e essa, por sua vez, pode ser um elemento desencadeador de perguntas. Isso pode ser percebido tanto no caso da história da ciência, como no processo ensino-aprendizagem em ciências. Dessa forma, temos que a problematização é gerada pela percepção de incoerências e que isso pode aparecer no momento em que o cientista ou, alternativamente, um estudante, revisita conhecimentos aparentemente consolidados.

Trabalhos como os realizados por Miyake e Norman (1979), Van der Meij (1990) e Flammer (1981), entre outros, têm mostrado a importância do papel do desconhecimento na busca pelo conhecimento, particularmente quando estimulados por perguntas. O trabalho de Flammer (1981), por exemplo, relata que perguntas explícitas por um questionador são concebidas como meios para auxiliar na identificação da falta de conhecimento ou nas incompreensões e incertezas do conhecimento. No estudo, o autor evidencia que a estruturação de uma pergunta pressupõe dependência em relação a conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do questionador e isso possibilita, entre outras coisas, verificar conhecimento contraditório ou, alternativamente, falta de conhecimento.

Hattie (2017), ao elencar um conjunto de aspectos que influenciam na aprendizagem dos alunos, aponta o ato de fazer perguntas como um dos principais fatores. De acordo com o autor, os professores são acostumados a fazer perguntas e deveriam incentivar seus alunos a fazer o mesmo. O autor, reportando-se ao trabalho de Mayer et al. (2009), menciona os efeitos positivos de pedir aos estudantes que durante a ação de aprendizagem respondam a questões auxiliares, ou seja, “de pedir que se submetam a um teste prático e de estimulá-los a explicar para si, em voz alta” (HATTIE, 2017, p. 73).

Todavia, não basta fazer perguntas, é preciso que elas estejam associadas a uma problematização que, por sua vez, possibilita rever conhecimentos e avaliar em que condições eles são válidos ou respondem à demanda apresentada e, a partir disso, formular novas perguntas. Esse processo reflexivo sobre o que já se sabe e sua verificação frente a uma dada situação, de modo a avaliar se o conhecimento é suficiente para dar conta da demanda, é um processo tipicamente metacognitivo. Tais processos, considerados por Hattie (2017) como os que mais influenciam a aprendizagem juntamente com a prática de fazer perguntas, têm sido tema de estudos que mostram que ao ativar esse tipo de pensamento, há uma considerável qualificação na aprendizagem (ROSA, 2011).

Por fim, mencionamos como continuidade do estudo, uma busca sistemática em diferentes períodos da história da ciência sobre episódios que retratam a presença das incoerências como propulsora de novos conhecimentos. Além disso, como continuidade do estudo pretendemos analisar a argumentação presente durante as atividades de ensino e sua relação com a formulação de perguntas.

Referências

- BACHELARD, Gaston. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro, Zahar, 1977.
- FLAMMER, August. Towards a theory of question asking. *Psychological Research*, v. 43, n. 4, p. 407-420, 1981.
- HATTIE, John. *Aprendizagem visível para professores: como maximizar o impacto da aprendizagem*. Tradução de Luís Fernando Marques Dorvillé. Porto Alegre: Penso, 2017.
- OTERO, José. Noticing and fixing difficulties while understanding science texts. In: OTERO, José; GRAESSER, Arthur C. (org.). *The psychology of science text comprehension*. Routledge, 2002. p. 281–307.
- PHILLIPS, Anna McLean; WATKINS, Jessica; HAMMER, David. Beyond “asking questions”: problematizing as a disciplinary activity. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 55, n. 7, p. 982-998, 2018.
- PHILLIPS, Anna McLean; WATKINS, Jessica; HAMMER, David. Problematizing as a scientific endeavor. *Physical Review Physics Education Research*, v. 13, n. 2, p. 020107, 2017.
- PIZZINI, Edward L.; SHEPARDSON, Daniel P.; ABELL, Sandra K. The inquiry level of junior high activities: Implications to science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 28, n. 2, p. 111-121, 1991.
- ROSA, Cleci T. Werner da. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2011.
- VAN DER MEIJ, Hans. Question asking: To know that you do not know is not enough. *Journal of Educational Psychology*, v. 82, n. 3, p. 505-512, 1990. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.82.3.505>.
- WIEMAN, Carl; PERKINS, Katherine. Transforming physics education. *Physics Today*, v. 58, n. 11, p. 36-41, 2005.

Linha 8

Ciência, Tecnologia,
Sociedade e Ambiente
no ensino de Física

Apresentações Orais

Relações entre Ciência, Tecnologia,
Sociedade e Ambiente; questões
sociocientíficas e temas controversos.

PROPÓSITOS EDUCACIONAIS CTS PRESENTES EM PROPOSTAS DIDÁTICAS DE LICENCIANDOS EM FÍSICA

STS EDUCATIONAL PURPOSES IN DIDACTIC PROPOSALS ELABORATED BY FUTURE PHYSICS TEACHERS

Débora Larissa Brum¹, Ivanilda Higa²

¹ UFPR/DTPEN/PPGE/dlarissa.br@gmail.com

² UFPR/DTPEN/PPGE, ivanilda@ufpr.br

Resumo

O objetivo deste estudo é identificar quais os propósitos da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) estão sendo contemplados em propostas didáticas produzidas por licenciandos em Física, no contexto de uma disciplina de Metodologia do Ensino. Foram analisadas as propostas de ensino produzidas pelos licenciandos e a transcrição de áudio de duas aulas destinadas à apresentação e socialização de tais propostas em sala de aula. Nesse, procuramos responder: Quais são os propósitos da Educação CTS contemplados por futuros professores de Física em suas atividades de ensino? A análise foi feita tendo por base as categorias da matriz teórica de Strieder (2012), sendo elas: desenvolvimento de questionamentos, desenvolvimento de percepções e desenvolvimento de compromissos sociais. Dentre os resultados, sinalizamos que todas as propostas contemplaram de alguma forma o desenvolvimento de percepções e questionamentos. O desenvolvimento de compromissos sociais é bem menos presente. Tal fato pode estar relacionado às concepções de tempo escolar, currículo e formas de aprender-ensinar Física.

Palavras-chave: Ensino de Física; Enfoque CTS; Licenciatura em Física.

Abstract

The objective of this study is to identify if the goals of Science-Technology-Society (STS) approach are being contemplated in didactic proposals made by undergraduates in Physics, in a course of Methodology of Physics Teaching. Besides the didactic proposals, it was also analyzed the transcription of the recorded audio of two classes, designed to the presentation and socialization of the proposals in classroom. In this work we seek to answer: which STS educational proposals are being contemplated by future Physics teachers in their teaching proposals? The analysis was made using the categories of the theoretical frameworks by Strieder (2012), which are: development of perceptions, development of questions and development of social commitments. Among the results, it is indicated that all proposals somehow contemplated the development of perceptions and questions. The development of social commitments is less present. This fact may be related to the conceptions of scholar time, curriculum and forms of learning-teaching Physics.

¹ Com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Keywords: Physics teaching; STS approach, Physics Teachers Training.

Introdução

Desde o início do século, pesquisadores da área de Física, a exemplo de Moreira (2000) apontam a necessidade de profundas mudanças curriculares na Física ensinada no contexto da Educação Básica. Dentre as críticas estão: o treinamento dos alunos para provas externas, tais como vestibulares, abordagem dos conteúdos curriculares de maneira tradicional, totalmente centrado no professor e os conteúdos reduzidos ao ensino da Mecânica Clássica (MOREIRA, 2018).

Nessa perspectiva Zanetic (2005, p. 21), compreende que para mudar o quadro de um ensino de Física restrito à memorização de fórmulas para a solução de exercícios típicos de vestibulares, o ensino de física “não pode prescindir, além de um número mínimo de aulas, da conceituação teórica, da experimentação, da história da física, da filosofia da ciência e de sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura”. Enfatizamos também a necessidade de aulas voltadas para as inter-relações da Física com a tecnologia e a sociedade, enfoque educacional proveniente do movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS), no Brasil, diretamente influenciado pelos pressupostos freirianos de Educação.

Em linhas gerais o enfoque educacional CTS se configura como uma proposta de reconfiguração curricular voltada, nas palavras de Rezende (2019, p. 335), “para as finalidades do currículo”. Diante disso, compreendemos que tais propostas precisam ser problematizadas e discutidas nos processos de formação inicial de professores de Ciências, como também, as concepções desses atores acerca das limitações e possibilidades da implementação de práticas educativas no contexto da Educação Básica, tal como questionado e alertado por Santos (2002),

Como desenvolver novos modelos curriculares sem envolver aqueles que irão aplicar tais modelos? Não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, sem qualquer mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas (SANTOS, 2002, p. 127).

Sendo assim, no presente estudo, buscamos analisar quais os propósitos educacionais CTS estão sendo contemplados por professores de Física em processo de formação inicial em suas propostas de ensino, compreendendo que a partir dessa, torna-se possível identificar as concepções de ensino de Física e de escola implícitas nos materiais escritos, como também, nos discursos dos estudantes no momento em que apresentam tal atividade. Para isso, utilizamos como ferramenta de análise os propósitos elencados pela matriz teórica de Strieder (2012).

Referencial Teórico-metodológico

Diante da polissemia das abordagens CTS no contexto brasileiro, Strieder (2012) refletindo sobre os desdobramentos do movimento educacional CTS na educação científica brasileira, construiu uma matriz de referência, composta por parâmetros e propósitos educacionais CTS que representam de forma sistematizada as diferentes abordagens no contexto educacional brasileiro, a qual nos permite analisar as razões, encaminhamentos e limites de diferentes abordagens CTS.

Dentre os parâmetros estão: racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social, os quais se referem à maneira como as relações

CTS são abordadas, sintetizando, “diferentes olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade, e podem servir de aporte para inserção de discussões pertencentes ao campo CTS na educação científica” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 32).

Já, os propósitos da educação CTS elencados são: desenvolvimento de percepções, desenvolvimento de questionamentos e desenvolvimento de compromissos sociais. Esses estão relacionados às diferentes perspectivas educacionais envolvidas, e “sintetizam diferentes perspectivas educacionais e seus significados na educação CTS” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 32). O quadro a seguir apresenta as relações estabelecidas entre os parâmetros e propósitos do movimento educacional CTS:

Quadro 1 – Matriz de referência das abordagens CTS.

Propósitos Educacionais CTS	Parâmetros CTS		
	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Desenvolvimento de Percepções (DP)	(1R) Presença na Sociedade	(1D) Questões técnicas	(1P) Informações
Desenvolvimento de Questionamentos (DQ)	(2R) Benefícios e Malefícios (3R) Condução das investigações (4R) Investigações e seus produtos	(2D) Organização e Relações (3D) Especificidades e Transformações (4D) Propósitos das Produções	(2P) Decisões Individuais (3P) Decisões Coletivas (4P) Mecanismos de Pressão
Desenvolvimento de Compromissos Sociais (DC)	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações Sociais	(5P) Esferas Políticas

Fonte: Adaptado de Strieder e Kawamura (2017).

De acordo com a autora, o *desenvolvimento de percepções* relaciona-se à construção de uma nova imagem do conhecimento científico escolar, no qual os aspectos mais relacionados à ciência, tecnologia e sociedade contribuem para contextualização do conhecimento científico a ser trabalhado, buscando uma aproximação com a vivência cotidiana do aluno. O *desenvolvimento de questionamentos*, por sua vez, mais do que contextualizar o conhecimento científico escolar, objetiva discutir as implicações do desenvolvimento da ciência-tecnologia (CT) na sociedade, buscando uma compreensão acerca da utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos (STRIEDER, 2012).

Por fim, o que guia *desenvolvimento de compromissos sociais*, com elementos comuns aos pressupostos freirianos de educação, é a busca pela transformação do mundo, a partir de encaminhamentos para problemas reais que afligem a sociedade e/ou a comunidade na qual a escola se encontra, a partir de uma leitura crítica da realidade, resultando no desenvolvimento de ações concretas (STRIEDER, 2012). Vale ressaltar que de acordo com a autora, diferentes propósitos correspondem a diferentes situações, contextos escolares e possibilidades de atuação, não existindo assim, uma hierarquia entre esses.

Contexto e Encaminhamentos metodológicos da Investigação

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa e consiste no recorte de uma pesquisa mais ampla sobre a presença do enfoque educacional CTS no processo de formação inicial de professores. Analisamos 7 propostas de ensino elaboradas por 20 licenciandos, no contexto de uma disciplina de Metodologia do Ensino de Física, na qual um dos componentes do programa consiste no estudo do enfoque educacional CTS. Após problematizar e discutir os pressupostos teóricos e metodológicos da Educação CTS, no decorrer de 8 semanas (32h/aulas), a partir de seminários, análise de materiais e textos, foi solicitado que, em grupos de três componentes, os licenciandos realizassem a construção de propostas de ensino.

De uma forma geral, nas aulas foram discutidos e problematizados os pressupostos teórico-metodológicos da Educação CTS, através de diversas atividades, dentre elas leitura de textos, apresentação de seminários, discussões, etc. Já desde o início solicitou-se que os licenciandos, em grupos, pensassem em uma temática de relevância social para a construção de uma proposta de ensino. Foram ofertadas orientações por parte da pesquisadora e da professora da disciplina, sempre que os licenciandos assim o demandassem. No final do semestre, as propostas foram entregues em formato de trabalho escrito e socializadas com a turma em forma de seminários. Tais seminários foram audiogravados e transcritos e, junto às propostas de ensino, compõem o material empírico analisado neste trabalho.

Os licenciandos são identificados como LA, LB,..., LN. Discutiremos os encaminhamentos metodológicos das propostas de ensino à luz dos referenciais CTS, e, principalmente, as intencionalidades expressadas pelos estudantes tanto no material escrito, quanto no conteúdo de suas falas. Os resultados desse processo são apresentados a seguir.

Apresentação e Discussão dos Resultados

Os resultados foram sistematizados por meio das três categorias de análise: desenvolvimento de percepções (DP), desenvolvimento de questionamentos (DQ) e desenvolvimento de compromissos sociais (DC). Na tabela abaixo sintetizamos as temáticas das propostas analisadas e os propósitos educacionais que compareceram com maior ênfase por meio da escala de cores: tons de azul mais escuros representam maior ênfase, enquanto espaços em branco representam a ausência do referido propósito.

Quadro 2 – Propósitos educacionais contemplados nas propostas de ensino.

SD	Temática	Racionalidade Científica					Desenvolvimento tecnológico					Participação social					Propósitos Educacionais		
		1R	2R	3R	4R	5R	1D	2D	3D	4D	5D	1P	2P	3P	4P	5P	DP	DQ	DC
1	RADIAÇÃO																		
2	MOBILIDADE URBANA																		
3	LANÇAMENTO DE SATÉLITES																		
4	RECURSOS HÍDRICOS																		
5	ILHAS DE CALOR																		
6	QUEIMADAS NA AMAZÔNIA																		
7	TRÂNSITO E TECNOLOGIAS MODERNAS																		

Fonte: As autoras, 2020 com base em Strieder (2012).

Devido às variações do número total de aulas em cada proposta, adotamos o seguinte critério para a atribuição das cores: ao parâmetro que foi contemplado em apenas uma das aulas da proposta utilizamos o azul mais claro. O azul intermediário foi utilizado quando o referido parâmetro compareceu em duas aulas, e por fim, utilizamos o azul escuro quando tal parâmetro apareceu em três aulas ou mais. Para a atribuição de cores aos propósitos, analisamos a incidência de cores nos parâmetros. Ressaltamos que o quadro foi construído com base na análise das propostas escritas.

Percebe-se que todas as sequências didáticas contemplaram de alguma forma o desenvolvimento de questionamentos, ainda que nos níveis menos críticos (2R, 3R, 2D, 3D, 2P, 3P).

Desenvolvimento de percepções (DP)

Com exceção da proposta sobre Lançamento de satélites, todas as propostas contemplaram, em maior o menor grau, o desenvolvimento de percepções. As propostas nas quais esse propósito teve maior ênfase foram: Mobilidade Urbana, Queimadas na Amazônia, Recursos Hídricos e Trânsito e Tecnologias Modernas. No tocante ao desenvolvimento das aulas, de forma geral, os grupos problematizaram as inter-relações da ciência com a tecnologia e a sociedade em aulas isoladas, em outras palavras, as implicações sociais e tecnológicas foram trabalhadas, na maioria das vezes, após o estudo do conteúdo científico.

Tal fato recai em níveis menos críticos de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social (1R, 1D, 1P). Como exemplo, podemos citar a proposta que se propôs a problematizar as Queimadas da Amazônia. Antes de problematizar a questão ambiental, política, social e econômica vinculada às queimadas na Amazônia, os estudantes dedicaram as aulas anteriores para a abordagem de conhecimentos científico e tecnológico. Em relação ao desenvolvimento tecnológico, os estudantes apresentaram o processo de detecção de queimadas via satélite, com o intuito de *o aluno entender que os satélites são muito importantes para conseguir monitorar, eles conseguem relacionar o uso de satélites em outras áreas tecnológicas, por exemplo, GPS, redes de internet* (LC) (1D).

Da mesma maneira, nas propostas sobre Recursos Hídricos, Mobilidade Urbana e Trânsito e Tecnologias Modernas, estão presentes aulas bastante focadas nos conceitos de física, as quais por vezes, acabam recaindo apenas sobre questões técnicas vinculadas ao desenvolvimento tecnológico e sobre os conceitos científicos necessários para o entendimento de determinada temática. Durante a apresentação os estudantes tentaram, de certa forma, justificar o desenvolvimento de aulas voltadas principalmente para os conceitos científicos: *na segunda aula abordaremos conceitos de termodinâmica, científicos, uma aula um pouquinho mais tradicional, digamos assim* (LA) e *nós colocamos íamos ensinar a parte de hidrostática, com quadro, com giz, de uma forma assim, mas normal né, que é do jeito que a gente aprende* (LE).

Como se torna possível observar na fala do LE, a Física aprendida no decorrer do curso, é isolada das questões sociais envolvendo a CT, fato denunciado por Belançon (2017, s/n), ao criticar a estrutura dos cursos de licenciatura,

Num curso de licenciatura fica particularmente bizarro: alguns professores ensinam a física pura enquanto outros serão os responsáveis por ensinar como a física se relaciona com o mundo. Se nós não somos capazes de ensinar a física de outro jeito, por que queremos que nossos futuros professores cumpram esse desafio de mudar o ensino de física?

Por fim, ressaltamos que o problema não são as aulas conceituais, ditas “tradicionais”, mas o fato de os conteúdos científicos, tal como apontou Belançon (2017), serem trabalhados de forma desvinculada da temática, o que na concepção de Strieder e Kawamura (2017), pode levar a uma compreensão de “ciência como um processo de desocultamento da realidade orientado por regras estabelecidas” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 34). O mesmo pode ser considerado a respeito da tecnologia, ao ressaltar apenas as questões técnicas vinculadas aos aparatos.

Pontuamos que nos discursos dos estudantes, ora essa visão era reforçada, ora alcançava níveis mais críticos relacionados aos propósitos.

Desenvolvimento de questionamentos (DQ)

Esse propósito educacional foi contemplado em todas as propostas. Identificamos que três delas contemplam com maior ênfase o desenvolvimento de questionamentos: Ilhas de Calor, Lançamento de Satélites e Radiação. Dessas destacamos que os estudantes lançaram mão do enfoque histórico envolvendo as implicações sociais da CT (3R, 4D), a partir de debates tentaram desenvolver a tomada de decisão dos estudantes (3P), por meio de atividades investigativas envolvendo CTS (2D, 4D, 5R).

Como exemplo, podemos citar o grupo que propôs a estudar o conteúdo de radiação sob um enfoque CTS: percebe-se que os alunos utilizaram como sinônimo da temática de relevância social o conteúdo Radiação, aproximando-se de categoria elencada por Auler, Dalmolin e Fenalti (2009). Os referidos autores compreendem que o conteúdo ser utilizado como sinônimo da temática “compromete o diálogo como ponto de partida do processo, considerando que os alunos não são afetados, diretamente, por temas desta natureza” (AULER, DALMOLIN, FENALTI, 2009, p. 79). No entanto, nesse caso, os estudantes utilizaram o enfoque histórico envolvendo a CT, a partir do acontecimento em uma fábrica de relógios dos EUA envolvendo o contato de trabalhadoras com material radioativo, resultando em pouco tempo na morte de 50 trabalhadoras, o qual ficou conhecido como *Radium Girls*. Abordaram também aspectos vinculados à importância da divulgação científica, sobre a medicina e a acessibilidade da população, acidentes nucleares (césio 137, Chernobyl) e as implicações ambientais (2D, 2R, 3R, 2P). Ainda, como atividade final propuseram a realização de um debate, envolvendo o processo de tomada de decisão acerca do investimento de recursos na continuação das obras das usinas nucleares Angra 2 e 3, aspecto que envolve a discussão das especificidades e transformações acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico (3D), como também, a discussão dos problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas (3P).

As demais propostas, com menor ênfase, também apresentaram encaminhamentos interessantes, a exemplo do grupo referente às Queimadas da Amazônia, o qual seria proposto aos estudantes a construção de uma proposta de intervenção social, com o intuito de conscientizar a população a respeito dos impactos das Queimadas (4P). A importância da discussão da presente temática é explicitada pelo licenciando C:

[...] a ideia aqui é que a gente explore a parte do não retorno da Amazônia, a gente já desmatou quase 20%, quando chegar nos 25% a floresta vai colapsar porque ela não vai conseguir se manter. E daí falar sobre esse fenômeno aqui por meio de um vídeo do Youtube, mostra o céu de São Paulo todo escuro em plena luz do dia, então porque aconteceu isso?

Por fim, ressaltamos que os elementos trazidos a partir das propostas de problemáticas possivelmente possibilitam o desenvolvimento de um posicionamento questionador frente às inter-relações entre CTS. Contudo, compõem de forma tímida abordagens as quais questionem as relações entre as investigações científicas e seus produtos, os propósitos que têm guiado a produção de novas

tecnologias e a identificação de contradições presentes no desenvolvimento da CT (4R, 4D, 4P).

Desenvolvimento de compromissos sociais (DC)

Em nossa análise consideramos que apenas o grupo que problematizou as Ilhas de Calor, mesmo que de forma tímida, contemplou o desenvolvimento de compromissos sociais. A motivação para o estudo da temática partiu do contexto local, a existência das Ilhas de Calor, com maior intensidade em determinadas regiões da cidade. O referido grupo realizou diversas problematizações no decorrer da proposta acerca dos materiais presentes nas tecnologias que intensificam esse fenômeno - carros, asfaltos e prédios -, como também sugeriram subtemáticas para que os estudantes pesquisassem, dentre esses estavam: telhados e muros verdes e tecnologias de materiais (voltada ao planejamento urbano).

Compreendemos que a discussão dessas tecnologias, de certa forma, se aproxima da perspectiva de desenvolvimento tecnológico (5D) vinculada a necessidade de discutir a necessidade de adequações sociais. Nas palavras de Strieder e Kawamura (2017, p. 39) “a ideia é minimizar os riscos sem abdicar os benefícios, enfatizando um sistema tecnológico capaz de se adequar a uma sociedade democrática, com características humanas e regionais”.

Visões mais críticas apresentam a preocupação em problematizar as desigualdades sociais existentes no país, a exemplo da licencianda M do grupo sobre Lançamento de satélites, no momento em que comenta sobre um vídeo que será utilizado na aula vinculada a problematização da Base de Alcântara:

Ele toca em uma questão que é pouco comentada no momento, quando eles falam, eles pensam mais no que o Brasil procura e no que os Estados Unidos está procurando, mas eles não pensam que ao redor de onde fica a base, existem comunidades quilombolas (LM).

Da mesma maneira, o grupo que problematizou a Mobilidade Urbana, defendendo a implantação de trens para a melhoria da mobilidade:

A ideia é o seguinte, é ver como que o povo brasileiro em geral usa os meios de transporte, porque uma das grandes implicações é que o meio de transporte coletivo ainda bate de frente com o próprio transporte particular, com o carro, sabe? [...] e ver quais são os impactos né (LI).

Diante do exposto, percebemos que, apesar de nas falas dos estudantes comparecerem visões mais críticas a respeito das inter-relações CTS, nas propostas construídas tais problematizações não ficaram explícitas. Nessas o conteúdo científico foi priorizado, em detrimento de discussões envolvendo, principalmente o âmbito social. Frente a isso, concordamos com Bazzo (2019) que “é indispensável que, independentemente da área de conhecimento, os processos de formação profissional providenciem a discussão dos problemas que afligem a sociedade como um todo” (p. 125).

Considerações Finais

Identificamos que as propostas de ensino construídas pelos estudantes perpassaram com maior expressividade o desenvolvimento de percepções e o desenvolvimento de questionamentos. Em nossa concepção, tal fato se deve a diversos fatores, dentre os principais estão: para muitos as discussões realizadas

em sala de aula foi o primeiro contato com a perspectiva de ensino CTS, em outras palavras, é necessário um maior tempo de reflexão e aprofundamentos nos referenciais do campo CTS e de discussões no campo currículo, o qual significa, tal como mencionado por Santos (2002) “discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação socioeconômica e os aspectos culturais do nosso país” (p. 127).

Pontuamos também o fato de os professores em formação inicial estarem fortemente presos ao currículo e a uma cultura, um determinado modo de ensinar Física da Educação Básica, fator reforçado pelos currículos das licenciaturas em Física. Em contrapartida, ressaltamos que todas as propostas apresentadas “fugiram” do tradicional e apresentaram preocupações importantes envolvendo as temáticas propostas, o que, em nossa concepção, já se configura como ponto de partida para futuros aprofundamentos e problematizações a respeito de questões envolvendo as implicações da CT, nas aulas de Física.

Para finalizar, em nossa concepção os propósitos da Educação CTS contemplados trazem subjacentes diferentes visões de educação, função da escola, currículo, ensino de Física, de ciência, tecnologia e de sociedade presentes nas visões dos licenciandos ao desenvolver propostas didáticas sob esse enfoque. Por outro lado, compreendemos também que a escola é marcada por uma cultura, envolvendo uma organização curricular e disciplinar, que por vezes não é suficientemente problematizada nos contextos de formação de professores, ou a problematização fica restrita a um pequeno número de disciplinas que não dão conta de discutir a complexidade das questões e possibilidades envolvendo esse espaço.

Referências

- AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. dos S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria**, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.
- BAZZO, W. A. **De técnico e de humano: questões contemporâneas**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2019.
- BELANÇON, M. P. O ensino de Física contextualizado ao século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, s/n, 2017.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do Ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.
- MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.
- STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese de Doutorado em Ciências/Ensino de Física – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- STRIEDER, R. B.; KAWAMURA M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.
- ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO CTS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA: REFLEXÕES A PARTIR DE UMA EXPERIÊNCIA NO CANADÁ

INSERTION OF STS ON PRE-SERVICE PHYSICS TEACHER EDUCATION: THOUGHTS FROM AN EXPERIENCE IN CANADA

Silmara Alessi Guebur Roehrig¹, Katarin MacLeod²,

¹UTFPR - Departamento Acadêmico de Física - roehrig@utfpr.edu.br

²StFX University - Faculty of Education - kamacleod@stfx.ca

Resumo

Este trabalho aborda reflexões sobre possibilidades de fortalecer a inserção da educação com enfoque nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na formação inicial de professores de física. A partir da troca de experiências ocorrida durante o período de vinte dias em uma instituição canadense, que também forma professores de física no âmbito da graduação, buscou-se analisar semelhanças e diferenças entre os processos de ensino das duas universidades (UTFPR e StFX), no que se refere à inserção da educação CTS nesse contexto. A partir da técnica do estudo comparado, foram estabelecidas três áreas de comparação: atuação dos professores formadores, estrutura curricular dos programas e interação universidade-escola. Partindo da metodologia da análise comparativa qualitativa, discutem-se aspectos acerca destas três áreas que chamaram a atenção, de modo a ressaltar como cada uma das instituições se organiza para garantir a abordagem da educação CTS nos cursos de formação inicial de professores de física. Espera-se com este trabalho ampliar as discussões que visam programar melhorias nos cursos de licenciatura em física, em especial aquelas que visam garantir a formação de professores que, de fato, materializem em sua profissão as premissas da educação CTS.

Palavras-chave: Física; Formação Inicial de Professores; Educação CTS

Abstract

This work points possibilities to strengthen the insertion of education with a focus on the relationship between science, technology and society (STS) in the pre-service physics teacher education. Based on the exchange of experiences that took place during the twenty-day period staying in a Canadian institution, which also trains physics teachers in the context of undergraduate courses, we sought to analyze similarities and differences between the teaching processes of the two universities (UTFPR and StFX), regarding the insertion of STS education. Based on the technique of the comparative study, three areas of comparison were established: the performance of teacher educators, curriculum structure of the programs and university-school interaction. A qualitative comparative analysis was developed, and aspects about these three areas that drew attention are discussed, in order to highlight how each of the institutions is organized to guarantee the approach to STS education in the pre-service program for physics teachers. This work is expected to expand the discussions that aim to implement improvements in the degree courses in physics, especially those that aim to guarantee the training of teachers who, in fact, materialize the premises of STS education in their profession.

Keywords: Physics; Pre Service Teacher Education; STS Education

Introdução

A educação científica com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem se configurado como uma das vertentes para o ensino de ciências coerente com a formação para o exercício da cidadania, de modo que vem sendo mencionada em documentos curriculares, como por exemplo as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006), com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). No que condiz à formação continuada de professores do ensino médio, o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio, ocorrido entre os anos de 2014 e 2015 dedicou um capítulo do caderno de Ciências da Natureza para a discussão de possibilidades de desenvolvimento de propostas didáticas ancoradas na educação com enfoque CTS, para que os professores experientes tivessem a oportunidade de discutir os fundamentos básicos desta vertente. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) se aproxima desta perspectiva na medida em que estabelece temáticas interdisciplinares para a área de Ciências da Natureza que “constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais [...] aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais” (BRASIL, 2018, p. 548).

Embora as discussões em torno da educação CTS no Brasil tenham ganhado força nos últimos vinte anos, tendo se consolidado como linha de pesquisa com número crescente de estudos publicados em revistas e anais de eventos, percebe-se grande dificuldade de implementação efetiva na educação básica, especialmente no que se refere ao ensino de física. As ações ainda são esparsas e ocorrem de maneira isolada, e muitos professores desconhecem ou não sabem como organizar sua atividade a fim de levar em conta as relações entre ciência, tecnologia e sociedade nas aulas de física. Com isso, há fortes indícios de que a física continua sendo ensinada de maneira descontextualizada, altamente fragmentada e com foco estrito à matemática, modelo de ensino que perpetua de maneira inexorável na formação inicial dos docentes desta área de conhecimento.

Neste trabalho, pretendemos apresentar algumas reflexões resultantes de um processo de estudo que visou compreender as possibilidades de implementar efetivamente a educação CTS no curso de licenciatura em física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Um movimento que vem ocorrendo no âmbito do Fórum das Licenciaturas desta instituição tem apontado para a necessidade de fortalecer a dimensão tecnológica dos cursos de formação de professores, e a educação CTS tem se configurado como o principal elemento norteador que deverá ser considerado pelos colegiados de cada curso de licenciatura para sua organização curricular.

A ideia deste estudo nasceu de um processo de autocrítica advinda de membros do corpo docente do referido curso, ao perceber a inserção quase nula de discussões das relações CTS ao longo do curso de formação inicial de professores de física. Embora algumas disciplinas da matriz curricular do curso possam favorecer a inserção desta vertente, como as disciplinas de Projetos de Ensino e Metodologia de Ensino, não é garantida a abordagem aprofundada das relações CTS, uma vez que muitos dos próprios docentes do ensino superior desconhecem ou não sabem como conduzir suas atividades a fim de promover esta abordagem como sendo essencial para o futuro professor de física.

O estudo ocorreu a partir do desenvolvimento de um projeto de ensino que visa a proposição de inovações de caráter internacional nos cursos de graduação da

UTFPR¹. Considerando que a educação CTS tem fortes raízes no Canadá, buscou-se neste país um contexto de formação inicial de professores de física que tivesse experiência com esta vertente no processo formativo, em que fosse possível estabelecer parceria envolvendo vivência presencial dos seus processos de ensino.

Sendo assim, o desenvolvimento das atividades ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2019 junto à Faculdade de Educação da St. Francis Xavier University (StFX), localizada em Antigonish (Nova Scotia, Canadá), por um período de vinte dias de acompanhamento das atividades da professora Katarin MacLeod, PhD. Desta experiência, foi possível sistematizar algumas considerações sobre limites e possibilidades de consolidação da educação CTS na formação inicial de professores de física, que serão apresentadas neste trabalho.

Fundamentação Teórica

Serão apresentadas contribuições de alguns autores que ajudam a situar o leitor, de modo preliminar, nas discussões que permearam a pesquisa, referentes ao ensino de física e à educação CTS. Os problemas relacionados ao ensino de física na educação básica são bastante conhecidos e exaustivamente mencionados nas primeiras linhas de grande parte dos trabalhos da área que buscam trazer alguma contribuição para tais problemáticas. Em suma,

Desde meados do século 20, a tendência no ensino das ciências esteve centrada nos conteúdos, com um forte enfoque reducionista, técnico e universal. Sabe-se que o conhecimento científico é esquecido rapidamente por quem aprendeu na escola, o que permite questionar as formas de instrução tradicional que se levam a cabo nos centros acadêmicos. E, o que é mais grave, a educação científica não confere competência para os planos profissional e pessoal. Em outras palavras, o enciclopedismo característico das escolas não forma para tomar decisões essenciais com espírito crítico (BAZZO et. al, 2003, p. 145)

Superar tais problemas vem sendo o objetivo de estudos da área de pesquisa relacionada ao ensino de física. Há pesquisas que defendem o uso de experimentação, tecnologias de informação, jogos, simulações, entre outras estratégias, como soluções possíveis para melhorar a visão que se tem sobre a física na educação básica. Apesar da potencialidade destes recursos, é preciso considerar que há elementos metodológicos fundamentais que devem estar presentes nas práticas educativas, que permitam aos estudantes atribuírem sentido à física em seu contexto histórico e social. Neste sentido, a educação CTS pode oferecer subsídios aos docentes para ampliar suas possibilidades de aproximar a ciência à vida dos estudantes da educação básica.

Dentre os principais elementos a considerar na organização do trabalho docente que leva em conta a educação CTS está a contextualização do conhecimento. Tal aspecto, segundo Aikenhead (1994, p. 48, trad. nossa), implica "ensinar sobre os fenômenos naturais de maneira que a ciência esteja embutida no ambiente social e tecnológico do aluno", ou seja, trata-se de uma contextualização em que se conecta e se integra o conteúdo científico ao contexto histórico e social do aluno. De acordo com Acevedo, Manassero e Vazquez (2005), na perspectiva da educação CTS, os conteúdos científicos tornam-se relevantes para os estudantes na

¹ Projeto submetido, aprovado e financiado no âmbito do Edital 13/2019-PROGRAD/UTFPR (Apoio para Desenvolvimento de Projetos Inovadores de Caráter Internacional no Ensino na Graduação).

medida em que possuem relação com questões presentes em seu contexto social, contribuindo para a formação para a cidadania que visa a tomada de decisões responsáveis por parte dos cidadãos, acerca das questões científicas, tecnológicas e suas consequências e impactos na sociedade e no meio ambiente.

Além da contextualização, há outros elementos importantes para uma educação científica que leva em conta as relações CTS. Dentre eles, de acordo com Ziman (1994), destacam-se a interdisciplinaridade, os enfoques histórico, filosófico e sociológico da ciência, bem como a problematização. Tais aspectos podem auxiliar na construção de uma imagem mais coerente da ciência por parte dos estudantes, na medida em que a interdisciplinaridade promove a redução da fragmentação do conhecimento, os enfoques histórico, sociológico e filosófico desconstruem a suposta neutralidade atribuída à ciência, e a problematização contribui para a compreensão e discussão de questões reais de cunho científico e tecnológico, presentes no contexto social dos estudantes.

Formar professores de ciências, em especial de física, que tenham subsídios para trabalhar na perspectiva da educação CTS, tem se constituído grande desafio para os formadores de professores. Pesquisas que se dedicaram a estudar tais aspectos têm sido desenvolvidas em grande quantidade no contexto brasileiro, como se pode perceber no trabalho de Farias e Brito (2013), e podemos supor que muitos outros foram publicados após este levantamento, até o presente período. No contexto canadense, para citar apenas um exemplo, MacLeod (2016) aponta a importância da educação CTS na formação inicial de professores. Contudo, mesmo em um país onde tal discussão se iniciou muito antes do que no Brasil, a autora aponta que ainda há barreiras a serem transpostas a fim de consolidar a formação inicial de professores de física nesta perspectiva.

A seguir, após a descrição dos encaminhamentos metodológicos, faremos alguns apontamentos sobre como duas instituições, uma brasileira e outra canadense, que embora estejam muito distantes geográfica e culturalmente compartilham os mesmos anseios, materializam o trabalho relacionado à formação de professores de física na perspectiva da educação CTS.

Encaminhamentos Metodológicos

Tendo em vista o objetivo de apresentar reflexões que visam auxiliar na implementação da educação CTS em um curso de formação inicial de professores de física, foram utilizados elementos do estudo comparado (SILVA, 2016), para a definição de "áreas de comparação" entre os programas de formação de professores dos dois contextos universitários. Vale ressaltar que este estudo não pretende sugerir soluções rápidas, desprezando as diferenças culturais, econômicas e sociais que permeiam a vida acadêmica de professores e estudantes brasileiros e canadenses, mas sim apresentar reflexões originadas a partir do compartilhamento de experiências entre duas pesquisadoras que desenvolvem trabalhos semelhantes nos diferentes contextos.

Por um período de vinte dias entre outubro e novembro de 2019, a presença da pesquisadora brasileira na StFX University permitiu participar e interagir em diferentes instâncias do programa de formação de professores nesta instituição, como a observação de aulas (disciplinas: Environmental Education; Curriculum Studies: Secondary Science; Physics 121), participação da Conferência Estadual de Formação Continuada de Professores de Ciências da Nova Scotia (organizada pela

Association of Science Teachers, nas dependências da Halifax West High School), observação de aulas de física nas escolas públicas na região de Antigonish, participação no evento "Building Bridges" (integração entre estudantes dos cursos de licenciatura e seus orientadores de estágio, que marca o início do período de estágio nas escolas), entre outras atividades relacionadas à formação de professores.

A partir destas interações, e de discussões realizadas entre as pesquisadoras, foram sistematizadas três áreas de comparação a serem analisadas neste trabalho: a) aspectos acerca da atuação dos professores formadores; b) aspectos acerca da estrutura curricular dos programas; c) aspectos acerca da interação universidade-escola. A seguir, a partir do método da análise comparativa qualitativa, será discutido como a UTFPR e a StFX têm trabalhado com a formação de professores de física tendo em vista a inserção da educação CTS junto aos graduandos, a partir destas áreas de comparação.

Discussão dos resultados

A primeira área de comparação está relacionada à atuação dos professores formadores das duas instituições. Uma diferença importante a ressaltar acerca da estrutura universitária em que os estudantes, futuros professores de física, vivenciam suas experiências acadêmicas, é que a StFX possui uma Faculdade de Educação, que funciona em prédio separado do Centro de Ciências Físicas. Isso implica que, assim como na maioria das universidades brasileiras, o estudante de licenciatura tem aulas das disciplinas do núcleo científico em local diferente de onde frequenta as disciplinas do núcleo pedagógico. Tal aspecto dificulta a colaboração entre estudantes e professores pertencentes aos diferentes departamentos, de modo que pouco se articulam questões do âmbito da pesquisa em ensino de física.

Diferentemente, na UTFPR, o curso de licenciatura em física tem todo seu corpo docente ligado ao Departamento Acadêmico de Física, de modo que tanto os docentes das disciplinas específicas da física quanto das pedagógicas fazem parte do mesmo grupo, tendo um colegiado em comum. Ou seja, tanto docentes cuja formação acadêmica é voltada para a pesquisa científica (física dura) quanto aqueles ou aquelas cuja trajetória é voltada para a pesquisa em ensino, compartilham espaços comuns e estão sob a mesma chefia institucional. Tal aspecto facilita a interação entre professores dos diferentes núcleos, o que poderia trazer benefícios para articulação de metodologias inovadoras e novas visões de ensino de física no curso de licenciatura.

Tais diferenças parecem favorecer a instituição brasileira no que concerne a possibilidade de melhorar os processos de ensino, e fortalecer a educação CTS para os graduandos, por exemplo, porém isso não ocorre. Tanto na StFX quanto na UTFPR se observam tensões entre os docentes com formação voltada para a física dura e os com formação voltada para educação, sobre qual a melhor maneira de ensinar, na medida em que permanece a velha luta entre priorizar conteúdo versus priorizar pensamento crítico.

Com relação à abordagem da educação CTS na StFX pelos docentes, observamos que a professora responsável por disciplinas relacionadas à metodologias e currículo de ciências, articula a ciência de maneira contextualizada, proporcionando aos estudantes experiências práticas em diferentes níveis de inserção das relações CTS, com participação ativa dos estudantes no decorrer das aulas. Já ao observar a aula de um professor responsável por uma disciplina

específica (Physics 121), que ocorre no auditório de um prédio destinado às ciências físicas, percebemos que suas estratégias de ensino correspondem a aulas do tipo palestra (expositiva, centrada no professor, focada no conteúdo, com dedução de equações e resolução de exercícios padrão). Na UTFPR, apesar de tudo ocorrer no mesmo prédio, temos a predominância de abordagem semelhante ao último professor mencionado, e pouca ou nenhuma menção (exceto pela realização de trabalhos esporádicos acerca das relações CTS) nas disciplinas do núcleo pedagógico, a depender se o docente desta área simpatiza ou trabalha nesta perspectiva (mesmo com trajetória na área de educação, muitos docentes podem optar por priorizar outras vertentes de ensino em detrimento das relações CTS).

Quanto à segunda área de comparação, relacionada à estrutura curricular dos programas de formação de professores de física, observa-se diferenças muito significativas entre as duas universidades. É de conhecimento geral que as universidades da América do Norte possuem uma organização muito diferente da brasileira, e não cabe aqui detalhar nem mesmo julgar qual é a mais adequada, e sim discutir aspectos que chamaram a atenção acerca da formação de professores de física. Na StFX, em seus dois primeiros anos de graduação, o estudante cursa disciplinas de diferentes áreas, e na medida em que se identifica com determinada profissão, encaminha seus últimos anos da graduação para esta área. Ou seja, um estudante que escolhe a física como área de formação, não precisa decidir se quer ser professor no momento em que entra na universidade, e sim após concluir o as primeiras etapas do curso base.

Na UTFPR, ao escolher o curso de Licenciatura em Física, todos os estudantes deverão seguir a trajetória da formação para professor. A experiência como docente de disciplinas de introdução à física para ingressantes no curso nos tem mostrado que são poucos os estudantes que ingressam neste programa com o objetivo de ser professor. Mesmo aqueles que escolheram a física por afinidade (pois há grande parte que escolhe o curso de forma aleatória, o que eventualmente termina em desistência) afirmam terem optado pelo curso em função da boa reputação da instituição, mas que pretendem cursar a graduação e seguir o caminho da pesquisa na área da física. Embora não tenhamos realizado uma investigação aprofundada sobre esse aspecto, percebemos que muitos de nossos melhores estudantes dos últimos períodos dão prioridade a programas de iniciação científica do que a projetos relacionados à iniciação à docência.

A consequência disso é que, em alguns contextos do curso, é difícil engajar os estudantes em discussões relacionadas ao ensino, mesmo no âmbito das disciplinas do núcleo pedagógico. Há uma tendência dos estudantes darem mais importância às disciplinas do núcleo científico do que às do núcleo pedagógico, o que se traduz em desmotivação e ausências nas aulas. Oposto a isso, observamos na StFX um elevado engajamento dos estudantes nas discussões sobre ensino no contexto das aulas observadas, e este grupo de estudantes já estava na etapa final da graduação, tendo optado pelo grau de "Bachelor of Education".

A terceira e última área de comparação corresponde à interação universidade-escola, especialmente no que concerne ao estágio obrigatório. Em ambas as instituições, os estudantes dos últimos períodos do curso cumprem uma considerável carga horária de estágio em escolas públicas, junto a professores da rede que atuam como colaboradores e recebem os estagiários. Estes, por sua vez, desenvolvem aulas para os estudantes das escolas, sob a supervisão do docente

responsável pela turma. Os estagiários são orientados por professores da universidade durante todo o período de vigência do estágio. Não há diferenças significativas na maneira como o estágio é conduzido nas duas universidades, apenas que na UTFPR os estudantes fazem estágio ao longo do semestre letivo no contraturno (cursam as disciplinas concomitantemente ao estágio), enquanto na StFX há uma divisão no semestre, em que os estudantes cursam disciplinas durante nove semanas, e cumprem o estágio em tempo integral nas outras seis semanas.

As visitas nas escolas que recebem estagiários da StFX nos permitiu conhecer um pouco sobre como estas instituições funcionam, e cremos que não seja preciso discorrer sobre diferenças entre as escolas canadenses e brasileiras (é bastante conhecido que a situação da educação pública brasileira é precária!). Contudo, uma questão chama a atenção, no que se trata à relação entre professores da escola e estagiários: ambos os contextos vivenciam impasses e barreiras para o desenvolvimento de propostas que fogem do modelo ao qual o professor da escola está acostumado. Os licenciandos são obrigados a seguir as instruções de seus professores supervisores (que são chamados de professores colaboradores no Canadá) enquanto ensinam os alunos, e ao mesmo tempo precisam atender às expectativas de seus orientadores da universidade, como por exemplo, incluir as relações CTS em suas aulas. Os professores colaboradores podem não estar dispostos a permitir que isso ocorra, por vários motivos, e não raro o estudante cumpre apenas o mínimo esperado de seu estágio, de acordo com o que é possível fazer naquele contexto.

Na UTFPR, pelas experiências recentes com orientação de estágio, vivencia-se o mesmo problema: há professores supervisores que dão abertura para os estagiários trabalharem com diferentes possibilidades de ensino na escola, porém a grande maioria conduz a atividade para que se limite a aulas teóricas seguidas de resolução de exercícios padrão, dentro da sequência tradicional de conteúdos de acordo com os livros didáticos. Nesse contexto, é difícil garantir que os estudantes em atividade de estágio elaborem e desenvolvam sequências de aulas com base na educação CTS durante o estágio, na medida em que o supervisor que o acolheu não faz uso da mesma, muitas vezes por não conhecer tais estratégias pedagógicas, consequência de não ter sido apresentado às mesmas durante sua formação inicial.

Considerações finais

Com este trabalho, pretendemos levantar uma discussão que possibilite elaborar subsídios para promover o fortalecimento da educação CTS no âmbito do curso de Licenciatura em Física da UTFPR. A oportunidade de visitar uma instituição canadense, e acompanhar as atividades de um programa de formação inicial de professores de física, foi fundamental para o estabelecimento de parâmetros de comparação entre elementos associados à inserção da educação CTS nestes contextos. As áreas de comparação estabelecidas para a análise foram definidas a partir dos aspectos que chamaram a atenção das autoras ao longo do período de vinte dias da presença da pesquisadora brasileira na StFX University.

A discussão das três áreas de comparação nos permite inferir que as duas realidades universitárias enfrentam desafios para consolidar a educação com enfoque CTS na formação inicial de professores, apesar de as pesquisas nesta área se encontrarem em ascensão nos dois países. Contudo, uma das considerações que podemos fazer neste momento é que, se um programa de formação inicial de professores de física tiver como meta que seus estudantes incorporem as premissas

da educação CTS em sua prática profissional, é preciso modelar explicitamente tais elementos no âmbito acadêmico, ou seja, os estudantes precisam viver a educação CTS na universidade, ao longo dos anos em que estão cursando a licenciatura. Esta vivência deve permitir que se sintam seguros para cometer erros, aprender a elaborar aulas, selecionar os recursos necessários, planejar como integrar a ciência às preocupações da sociedade, respeitar os valores culturais e questões éticas sem comprometer o pensamento crítico, entre outros aspectos próprios de uma educação científica que leva em conta as relações CTS.

A maioria dos professores que se forma e ingressa na profissão não teve a oportunidade de experimentar aulas baseadas na educação CTS durante a educação básica e, portanto, torna-se algo que precisa ser experienciado ao longo da graduação, e não somente ser estudado sob o viés teórico. Ou seja, é preciso que a própria comunidade acadêmica – os formadores de professores – se apropriem destas práticas e planejem suas aulas nesta perspectiva, para que os futuros professores tenham, acima de tudo, exemplos de como fazer, e não somente sejam apresentados à obras que falam sobre educação CTS.

Referências Bibliográficas

ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A.; VAZQUEZ, A. Orientación CTS de la Alfabetización Científica y Tecnológica de la Ciudadanía: um desafío educativo para el siglo XXI. In: PADILLA, Y.; MEMBIELA, P. (eds.) **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**. España: Educación Editora, 2005, p. 7-14.

AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

BAZZO, W. A.; von LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. do V. (Eds.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cadernos de Ibero-América. Madri: OEI, 2003.

BRASIL (país). Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias** (vol. 2). Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL (país). Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

FARIAS, L. N.; BRITO, L. P. Pesquisas sobre a formação de professores de ciências numa abordagem CTS. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)**. Águas de Lindóia, SP, 2013.

MACLEOD, K. Science, technology, society, and environment (STSE) and pre-service physics teacher education: Lessons for physics and education faculty. **American Institute of Physics** (Conf. Proc. 1697), 2015.

SILVA, F. C. T. Estudos comparados como método de pesquisa: a escrita de uma história curricular por documentos curriculares. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21 n. 64, p. 209-224, 2016.

ZIMAN, J. **Teaching and learning about science and society**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

O ROLE-PLAYING GAME COMO INSTRUMENTO DE DISCUSSÕES DE TEMAS CTS

THE ROLE-PLAYING GAME AS A DISCUSSION INSTRUMENT OF STS THEMES

Bruna da Rosa de Brites¹, Josiane Marques da Silva², Cristiane Muenchen³

¹Universidade Federal de Santa Maria/ Licenciatura em Física, brunabrites96@gmail.com

²Universidade Federal de Santa Maria/ Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, josimarquesilva@gmail.com 3

³Universidade Federal de Santa Maria/Departamento de Física/crismuenchen@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho, metodologicamente de natureza qualitativa, discute as atividades desenvolvidas no contexto do Estágio Supervisionado em Ensino de Física IV do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). As práticas educativas deste estágio foram balizadas pela perspectiva da Educação Ciência Tecnologia Sociedade (CTS), a partir do tema “Transportes urbanos: implicações socioambientais e econômicas”. No escopo deste trabalho apresenta-se e discute-se a aplicação do *Role-Playing Game* (RPG - jogo de interpretação de papéis) como instrumento de discussão do tema CTS, a partir da seguinte questão de pesquisa: *Quais as contribuições e desafios da utilização do RPG no desenvolvimento do tema “Transportes Urbanos: Implicações sócio-ambientais e econômicas”?* A obtenção dos dados foi realizada por meio de diários da estagiária e dos observadores e a análise foi orientada pela Análise Textual Discursiva, emergindo, assim, duas categorias analíticas: Obstáculos e superações da utilização do RPG para o desenvolvimento do tema e Discussões sobre as interações CTS. Ao final das atividades, foi possível perceber que o RPG é um instrumento com potencial de desenvolver um espaço para que ocorram discussões sobre as interações CTS, colocando o estudante no papel central do processo de ensino e aprendizagem de modo a facilitar o entendimento acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Palavras-chave: *Role-playing game*. RPG. Estágio Supervisionado. Educação Ciência Tecnologia Sociedade.

Abstract

This paper, methodologically of a qualitative nature, discusses how the experienced activities in the context of the Supervised Internship in Physics Teaching IV of the Physics Degree course of the Federal University of Santa Maria (FUSM). The educational practices of this internship were marked by the perspective Science Technology Society (STS) from the theme “Urban transports: socio-environmental and economic implications”. In the scope of this paper presents and discusses the role-playing game (RPG) implementation as discussion instrument of STS theme from the following question: *What are the contributions and challenges of using RPG for development of the theme “Urban transports: socio-environmental and economic implications”?* The obtaining data was performed by the trainee and observers diary and the data analysis guided by Discursive Textual Analysis, thus emerging two analytical categories: Obstacles and overcoming the use of RPG for the development

of the theme and Discussions about the interactions STS. At the end of the activities, it was possible to perceive that the RPG is an instrument with potencial of develop a space for discussions about STS interactions, placing the student in the central role of the teaching and learning process in order to facilitate the understanding the relations between Science, Technology and Society

Keywords: Role-playing game. RPG. Supervised Internship. Science Tecnology Society Education.

Introdução e Fundamentação Teórica

No contexto do Ensino de Ciências/Física, são crescentes as discussões sobre as dificuldades no processo de ensino aprendizagem, entre as quais podemos citar a fragmentação dos conteúdos e a falta de relação destes com a vida dos estudantes (MUENCHEN, 2006; CENTA, 2015). Assim, pode-se identificar na literatura da área diversos autores sinalizando, como alternativa para superar tais dificuldades, a necessidade de repensar o currículo escolar por meio de temas, os quais aproximem o “mundo da escola” com o “mundo da vida”, dando significado àquilo que é ensinado nas escolas. Como exemplo disso, temos a perspectiva Educação Ciência Tecnologia Sociedade (CTS) (STRIEDER, 2008; AULER, 2002; MUENCHEN, 2006).

A Educação CTS é uma perspectiva de reorganização curricular que tem como intenção discutir a não neutralidade da ciência e tecnologia (CT) e a participação social nas decisões que envolvem CT no sentido de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (AULER, 2002). Desta forma, as discussões CTS devem ser abordadas no contexto escolar, no sentido de, segundo Auler (2002, p. 31) “abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham maior relevância social; [...] abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da Ciência e da Tecnologia” e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico”.

Para que estas discussões ocorram, segundo os pressupostos da Educação CTS, são necessários temas de natureza sócio-científica para mediar abordagens em sala de aula e reconfigurar o currículo escolar. Neste sentido, Hunsche (2010) argumenta que a obtenção dos temas CTS pode ser realizada de distintas formas, a exemplo de temas que estão em repercussão na mídia ou temas escolhidos pelos professores para trabalhar determinado conteúdo.

Nas abordagens educativas dos temas CTS, é necessário o uso de recursos, instrumentos e metodologias que favoreçam a criação de um espaço no qual discussões sócio-científicas possam ocorrer. Assim, se percebe que o Role-Playing Game (RPG, jogo de interpretação de papéis) se apresenta como um instrumento que tem potencial para proporcionar esse espaço e permitir que essas relações sejam discutidas em sala de aula, de maneira interativa, dialógica, divertida e no qual os educandos têm protagonismo.

De acordo com Amaral (2013), o RPG é um jogo de contar histórias e, as histórias são construídas no decorrer do jogo pelos seus participantes, que elaboram caminhos, ações e falas para seus personagens. Geralmente, cada jogador fica responsável por um personagem. Mesmo que o termo “interpretar” traga a ideia de algo semelhante a um teatro, para o RPG não se faz necessário um cenário físico,

figurino ou qualquer outro elemento teatral. Essencialmente, o único elemento de fato necessário é a imaginação dos participantes. O cenário no contexto do RPG não é somente um local no qual se passa a história, mas, todo o universo literário no qual os personagens existem (SILVA, 2016).

Diante disto, se entende que discussões sobre perspectivas de reorganização dos currículos escolares e de instrumentos que permitam abordagens educativas problematizadoras, a exemplo da Educação CTS e do RPG, devem estar presentes em contexto de formação de professores. Assim, se considera que, na formação inicial de professores, o estágio supervisionado pode ser um espaço propício para que ocorram estas discussões, até mesmo porque, para Pimenta e Lima (2011), o estágio não deve ser reduzido a técnicas e habilidades desconectadas da teoria e, desta forma, deve configurar-se como um espaço teórico e instrumentalizador da práxis docente.

Deste modo, o presente trabalho, desenvolvido no decorrer de uma prática de estágio supervisionado, tem a intenção de responder a seguinte questão: Quais as contribuições e desafios da utilização do jogo RPG no desenvolvimento do tema “Transportes Urbanos: Implicações sócio-ambientais e econômicas”?

Contexto da Pesquisa e Caminho Metodológico

O estágio supervisionado no curso de Física Licenciatura da UFSM é dividido em quatro componentes curriculares, sendo o terceiro destinado ao planejamento e o quarto ao desenvolvimento desse planejamento no contexto escolar. Deste modo, nesse trabalho serão abordadas apenas as atividades realizadas no IV estágio, no que concerne ao desenvolvimento o jogo de RPG, totalizando 9 horas-aula (6 encontros) cada uma com 45 minutos.

O tema desenvolvido, “Transportes urbanos: implicações socioambientais e econômicas¹” (adaptado de Muenchen, 2006), justifica-se pelo grande impacto das ações humanas, no que diz respeito ao uso de combustíveis fósseis, tanto no âmbito ambiental, quanto no social e econômico, caracterizando um tema que perpassa as três dimensões a serem exploradas pela Educação CTS.

Na abordagem em sala de aula, foram planejadas distintas atividades, a exemplo do RPG. Como o tema abordado envolvia conteúdos referentes à termodinâmica, o cenário do jogo escolhido foi revolução industrial. No jogo, planejado e adaptado segundo Sabka (2016), a máquina térmica começava a ter aplicações nas indústrias, de modo a favorecer seus proprietários, mas substituindo a mão de obra humana. Portanto, os grupos de personagens eram: proprietários, operários, cientistas e jornalistas. As atividades desenvolvidas e os materiais² utilizados no âmbito do RPG foram organizadas conforme o Quadro 1:

¹ Disponível em <https://sites.google.com/view/gepecid/exemplos-de-aulas>

² Devido à limitação de espaço conforme template, não serão discutidos os materiais que foram utilizados.

Quadro 1: atividades desenvolvidas no contexto do jogo.

Encontro	h-aula	Atividades
1	2	Escolha e criação dos personagens e leitura do Jornal 1.
		Material utilizado: Ficha de personagens, Jornal 1 referente à exaltação do desenvolvimento tecnológico.
2	1	Continuação da atividade iniciada no encontro anterior, devido à quantidade de alunos que estiveram ausentes.
		Material utilizado: Ficha de personagens, Jornal 1.
3	2	Definição histórica do conceito de horse-power, leitura do jornal 2 e distribuição das atividades separadas dos grupos: resposta à carta de Ludd para os operários, cálculos de eficiência das máquinas de Watt e de Newcomen para os cientistas, criação dos critérios de escolha das máquinas pelos proprietários e a coleta de informação dos distintos grupos por parte dos jornalistas
		Material utilizado: Jornal 2, referente à comparação entre a potência animal e a das máquinas térmicas, material da máquina de Newcomen, material da máquina de Watt.
4	1	Continuação das atividades iniciadas no encontro anterior, em especial a dos cientistas.
		Material utilizado: Material dos grupos de Watt e Newcomen.
5	2	Preparação final dos grupos, leitura do jornal 3 e a reunião entre os proprietários e os cientistas.
		Material utilizado: Jornal 3, referente à eficiência proporcionada pelo condensador de Watt, ata de reunião.
6	1	Leitura do jornal 4 e daquele produzido pelo grupo dos jornalistas, além da produção de um texto acerca do destino final dos personagens.
		Material utilizado

Fonte: Os autores.

Metodologicamente esta pesquisa é de natureza qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1987), tendo sido analisados os diários da estagiária e de dois observadores (PORLÁN, 1991). A análise dos dados foi orientada pelos pressupostos da Análise Textual Discursiva, por meio da Unitarização, Categorização e Metatexto (MORAES; GALIAZZI, 2011). As unidades de significado selecionadas no processo de análise serão identificadas pelo sistema alfanumérico, sendo DE_Un para as unidades do diário da estagiária, DO1_Un para as unidades do diário do observador 1 e DO2_Un para as unidades do diário do observador 2. A partir do processo analítico emergiram duas categorias, discutidas na sequência.

Obstáculos e superações da utilização do RPG para o desenvolvimento do tema

Durante a realização do jogo de RPG foi possível identificar alguns obstáculos quanto ao seu desenvolvimento, a exemplo da infrequência dos estudantes conforme a unidade DO1_U1:

Na terceira aula em que o jogo estava sendo desenvolvido estavam presentes oito alunos, destes oito apenas cinco estavam na primeira aula, quando o jogo foi apresentado.

Com isso, emergiu a necessidade de repensar as atividades do jogo, pois este também fazia parte do processo avaliativo e com a infrequência de alguns estudantes o desenvolvimento das tarefas, que faziam parte das etapas do jogo, era comprometido. Desta forma, a estagiária necessitou adaptar as atividades para que todos os estudantes realizassem as tarefas, em um processo de reflexão-ação-reflexão. Neste sentido, Freire (1996, p.32) argumenta que “A reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir

virando blablablá e a prática, ativismo” pois para ele “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”.

Sob esta ótica, foram criados subterfúgios para que todos os estudantes se envolvessem no jogo e realizassem as tarefas, conforme a unidade DO1_U2:

Os alunos que faltaram a aula (grupos dos jornalistas) terão que fazer uma edição do jornal sobre o que aconteceu no jogo e a tarefa deve ser realizada em casa por causa da infrequência.

Além da infrequência dos estudantes, outro obstáculo encontrado foi a falta de imersão dos alunos no jogo, considerando que para o seu pleno funcionamento, espera-se que o jogador/estudante assuma papel ativo, já que a história é construída a partir das ações dos personagens. Esta dificuldade pode estar atrelada à falta de empenho dos alunos em realizar as tarefas solicitadas. É possível perceber estes dois obstáculos nas unidades DE_U1 e DE_2:

Pude notar que alguns alunos não haviam se concentrado na leitura do jornal, pois quando questionei eles realizaram uma segunda leitura rápida e elencaram aspectos óbvios do texto (óbvios no sentido de que leram na hora para mim algum ponto do texto) e isso também havia acontecido na aula anterior.

Quando a jornalista 2 me entregou a folha dela, notei que ela não havia elaborado as questões para entrevista que eu tinha sugerido e sim apenas escrito coisas relacionadas com o que estava presente no jornal 2 e com a narração que eu havia feito no início da aula.

Este fato pode estar associado a cultura escolar em que os alunos estão inseridos, assumindo o papel de receptor do conhecimento científico e não de participante do processo de ensino aprendizagem. Assim, se percebe que esta cultura deve ser superada através de práticas educativas problematizadoras e que possibilitem aos alunos tornarem-se sujeitos do conhecimento. Conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2010, p. 122), é importante “reconhecer que esse aluno é, na verdade, o sujeito de sua aprendizagem; é quem realiza a ação, e não alguém que sofre ou recebe uma ação”. Deste modo, foram tomadas iniciativas de superação³, de modo a criar um ambiente no qual o aluno se sentisse motivado a participar, assumindo um papel de protagonismo, como é possível perceber na unidade DE_U3.

Criei este pequeno texto na intenção de tornar o jogo um pouco mais participativo, de modo que a leitura dele frente aos alunos fizessem eles se sentirem mais integrados com a história e, de algum modo, motivasse eles a realizarem suas respectivas tarefas.

Outra limitação no desenvolvimento dos conteúdos de Física no contexto do jogo foi encontrada na adaptação elaborada pela estagiária a partir do jogo criado por Sabka (2016), na qual foram desenvolvidas atividades distintas para os diferentes grupos de personagens. Um exemplo disso são as atividades que foram realizadas pelos grupos de cientistas, sendo estes os únicos responsáveis pelos cálculos de eficiência de máquinas térmicas, significando que, apesar de a estagiária ter apresentado no quadro a definição histórica de *horse-power*, boa parte da turma não chegou a realizar estes cálculos. Além disso, a tarefa de realizar os cálculos de eficiência configurou-se em uma atividade que demandou mais tempo do que as demais. Pode-se verificar estas afirmações por meio das unidades de significado DO1_U2 e DE_U4:

Os alunos dos outros grupos entenderam o funcionamento das máquinas térmicas? pois os cálculos eram realizados apenas pelos cientistas.

³ Mesmo compreendendo que a superação desta limitação é processo e não seria possível apenas com o desenvolvimento do tema em um trimestre.

O proprietário 1 logo terminou de escrever quais aspectos e critérios iria considerar com relação às máquinas térmicas, os trabalhadores não demoraram muito para entregar suas cartas e os cientistas não haviam chegado nem na metade de seus cálculos quando o sinal tocou.

Do ponto de vista das características do jogo, tendo grupos de personagens bem definidos, entende-se a necessidade de existir atividades distintas para os diferentes grupos já que, neste caso, os cientistas eram os desenvolvedores da referida tecnologia. Da mesma forma, considerando o contexto histórico do jogo, seria incoerente, por exemplo, os operários efetuarem cálculos de eficiência, haja vista que esse grupo social, neste contexto, era em sua maioria destituído de educação formal. Entretanto, sob a óptica do desenvolvimento do tema e dos conteúdos de Física a ele subordinados, tais obstáculos podem figurar como prejuízo aos alunos que não interpretavam cientistas. Tendo isso em vista, tomando o estágio como um espaço de reflexão sobre a prática, a estagiária, a partir de um processo de reflexão, conseguiu encontrar uma maneira de tentar superar tais obstáculos, como é possível perceber na unidade DE_U5:

Como somente os alunos que interpretavam cientistas estavam fazendo os cálculos de eficiência, pedi que eles apresentassem os cálculos aos proprietários durante a reunião, pensando que eles poderiam fazer isso de tal forma que todos os alunos (inclusive os operários) se beneficiassem. Além disso, assim eu poderia perceber se tinham entendido os cálculos e os resultados.

Conforme aponta Freire (2011, p. 40), na formação de professores “o momento fundamental é o da reflexão crítica.” (2011, p. 40) Reflexão esta que resulta em um planejamento fluido, em constante mudança, mostrando que “é pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática” (FREIRE, 2011, p. 40).

Discussões sobre as interações CTS

De acordo com Silva (2016), a revolução industrial pode ser um cenário conveniente para uma abordagem CTS, podendo discutir os impactos de uma determinada tecnologia sobre a ciência e sobre a sociedade. Em consonância a isso, durante o desenvolvimento do jogo foi possível perceber indícios de que este cenário levou a discussões sobre o impacto da popularização das máquinas térmicas na sociedade, em especial, aos operários, como aponta a unidade DE_U6:

[...] responderam que as roupas ficariam melhores e mais baratas e sobraria mais dinheiro aos proprietários. Quanto a este último, a proprietária 2 perguntou-se do que adianta as roupas ficarem mais baratas se a classe operária ficaria sem emprego e não teria dinheiro para comprar as roupas.

É possível perceber que a unidade acima mostra o entendimento que os alunos têm acerca das relações entre a tecnologia e a sociedade, já que na fala dos alunos, fica visível o fato de que a popularização das máquinas térmicas gera um impacto direto na indústria, melhorando a produção mas que, ao mesmo tempo, acarreta em um impacto sobre a sociedade, levando ao desemprego, que por sua vez poderá levar resultados negativos à economia da indústria.

De acordo com Santos e Mortimer (2002), nas discussões de temas CTS seria de grande importância discutir a influência dos alunos enquanto cidadãos em questões que envolvem a CT. Ainda, explicitam que isso poderia ser feito, por exemplo, “levando-se os alunos a perceberem o potencial de atuar em grupos sociais organizados, como centros comunitários, escolas, sindicatos, etc”. Haja vista que os materiais traziam informações acerca das revoltas trabalhistas e da formação de sindicatos na época e que a estagiária chamava a atenção para estes fatos, pode-se

perceber a resignação por parte dos trabalhadores quanto à substituição de sua mão de obra na indústria, como é explicitado pela unidade DE_U7:

Antes que a reunião começasse, pude perceber que a operária 1 estava cochichando com os colegas na tentativa de convencê-los a tomar alguma providência enquanto trabalhadores com relação a reunião que aconteceria a seguir. Porém, sem sucesso.

Além do baixo envolvimento que os alunos apresentaram para a realização das atividades, através da leitura da unidade acima pode-se perceber a submissão do grupo social formado pelos operários, já que, em meio a uma situação crítica – a compra de uma tecnologia que acabaria com seu espaço no mercado de trabalho – não tomaram nenhuma atitude, aceitando as circunstâncias.

Outra questão importante a ser abordada no âmbito da Educação CTS é a soberania que a razão científica tem exercido sobre a sociedade no mundo moderno. De acordo com Santos e Mortimer (2002), o cientificismo tem como consequência, “uma verdadeira fé na ciência, no homem, na razão” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 2). Além disso, ainda em consonância a esses autores, o cientificismo tem, ideologicamente, uma função de dominação. Tal visão cientificista é visível na unidade DE_U8:

Durante a reunião com o grupo de cientistas da máquina de Watt, a proprietária 2 questionou sobre a potência da máquina, querendo saber quantos homens ela substituíria. [...]. Entretanto, mesmo sem ter essa informação, os cientistas 3 e 4 afirmaram que ela substituíria 100 trabalhadores, o que deixou os proprietários bastante satisfeitos.

Assim, nota-se a submissão dos proprietários em relação às informações prestadas pelos cientistas, que apresentaram um dado referente à potência da máquina e houve a aceitação por parte dos proprietários sem nenhum questionamento acerca da veracidade da informação, mostrando o poder dos técnicos com relação às decisões que envolvem a CT.

Considerações finais

A Educação CTS tem tomado cada vez mais espaço nas discussões sobre reorganização curricular, configurando-se como uma perspectiva que objetiva discussões acerca da natureza e da não neutralidade da ciência, da participação da sociedade em decisões que envolvem a CT e, no limite, à Alfabetização Científica. Neste contexto, o RPG pode vir a contribuir no sentido de propiciar, em sala de aula, um ambiente que potencialize as discussões das relações CTS.

Desse modo, a aplicação do RPG exposto e discutido no presente trabalho apresenta indícios das suas contribuições para que tais discussões ocorram em sala de aula. Foi possível perceber, a partir das discussões das unidades de significado nas duas categorias, que a aplicação deste jogo ainda apresenta muitos obstáculos a serem superados e que as saídas encontradas pela estagiária são algumas das possíveis saídas a serem tomadas. Nesse sentido, se entende que, para que haja maior engajamento dos estudantes, o jogo deve ser mais interpretativo, o que não foi o caso no RPG desenvolvido, em que não houve muita interpretação por parte dos operários.

Além disso, mesmo que as atividades tenham sido organizadas e desenvolvidas em grupo, houve pouca interação entre os estudantes e participação destes na dinâmica, o que pode estar associado a cultura escolar estabelecida, na qual o professor é visto como o portador do conhecimento e o estudante como mero receptor, e, por consequência, simples ouvinte. Dessa forma, uma possível solução para esse problema seja, cada vez mais, a utilização de abordagens e instrumentos

problematizadores e dialógicos que possibilitem que o aluno assuma seu papel de protagonismo no processo de aprendizagem.

Referências

- AMARAL, R. R. **RPG na escola: Aventuras pedagógicas**. 23. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2013. 159 p.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia- Sociedade no contexto de formação de professores de Ciências**. 2002. 257p. Tese – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- CENTA, F. G. **Arroio Cadena: Cartão postal de Santa Maria?: possibilidades e desafios em uma reorientação curricular na perspectiva da Abordagem Temática**. 2010. 203 p. Dissertação – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.
- HUNSCHE, S. **Professor fazedor de currículos: Desafios no estágio curricular supervisionado em ensino de Física**. 2010. 144 p. Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária - EPU, 1987.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.
- MUENCHEN, C. **Configurações curriculares mediante o Enfoque CTS: Desafios a serem enfrentados na EJA**. 2006. 129 p. Dissertação – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula**. Sevilla: Díada, 1991.
- SABKA, D. R. **Uma abordagem CTS das máquinas térmicas na revolução industrial utilizando o RPG como recurso pedagógico**. 2016. 132p. Dissertação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise dos pressupostos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol 2, n. 2, p 1-23, dez. 2000.
- SILVA, P. H. S. **O Role-playing game (Rpg) como ferramenta para o ensino de Física**. 2016. 133 p. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de articulação**. 2008. 236p. Dissertação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

A CONSTRUÇÃO DE CURRÍCULOS DE ORIENTAÇÃO CTS: UM RECORTE (2014-2018) EM PERIÓDICOS DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL

THE CONSTRUCTION OF CTS GUIDANCE CURRICULUM: A CUT (2014-2018) IN SCIENCE EDUCATION JOURNALS IN BRAZIL

**Yaffa Bruxel Rabeno¹, Amanda Acunha Knevez², Caetano Castro
Roso³**

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Curso de Licenciatura em Física, yaffarabeno@hotmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Curso de Licenciatura em Física, amanda.knevez@gmail.com

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, caetano.roso@ufrgs.br

Resumo

O presente trabalho consiste em continuação de uma análise sobre processos de definição e construção de currículos fundamentados em referenciais ligados ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Estabelecendo continuidade do trabalho de (ROSO, 2014), buscamos responder como tem sido a elaboração de currículos em práticas educativas realizadas no campo CTS. Novamente, foram analisados artigos publicados em revistas brasileiras de Educação em Ciências, priorizando os enfoques em práticas educativas efetivadas nesse campo. Utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD) na análise desses artigos. Os resultados foram comparados e amparados nas quatro categorias estabelecidas previamente no trabalho citado acima. Tais categorias serão aprofundadas ao longo deste trabalho: (i) Currículos Temáticos, (ii) Professores selecionam temas para cumprir listagens de conteúdos, (iii) Não realização da investigação dos temas, e (iv) Focos de colaboração e interdisciplinaridade. Identificamos alguns encaminhamentos diferentes em relação a elaboração de currículos nos anos anteriores e posteriores a publicação do trabalho original.

Palavras-chave: Freire, CTS, Currículo

Abstract

The present work contains the continuation of an analysis on the processes of definition and construction of curricula based on references linked to the movement Science-Technology-Society (CTS). Establishing continuity in the work of (ROSO, 2014), we seek to answer how the development of curricula in educational practices carried out in the CTS field has been. Again, articles published in Brazilian journals of Science Education were analyzed, prioritizing the focus on educational practices carried out in this field. We use Discursive Text Analysis (DTA) in the analysis of these articles. The results were compared and supported in the four categories, previously established in the dissertation mentioned above. The categories will also be explained through our work: (i) Thematic Curricula, (ii) Teachers select themes to fulfill content listings, (iii) Failure to investigate the themes, and (iv) Collaboration focuses and interdisciplinarity. It is

possible to identify changes between the development of curricula in the years before and after the publication of the original work.

Keywords: Freire, CTS, Curricula

Introdução

O movimento CTS, originalmente, está associado à problematização do modelo tradicional de progresso e da suposta neutralidade da Ciência-Tecnologia (CT). Além de se preocupar com a degradação de recursos ambientais e buscar por uma cultura de participação em processos decisórios envolvendo CT (GARCÍA; CERESO; LÓPEZ, 1996). O movimento social mais amplo, acabou por repercutir no âmbito educacional.

Inicialmente, as manifestações relacionadas a CTS, ocorridas no Hemisfério Norte, defendiam processos decisórios mais democráticos a respeito de CT, ao invés da manutenção de modelos tecnocráticos para a tomada de decisões. Já na América Latina, principalmente na Argentina, entre os anos 1960 e 1970, professores universitários e pesquisadores das áreas de ciências naturais, mobilizaram-se em direção ao que chamaram de um “projeto nacional” que colocava novos desafios relativos a CT (DAGNINO, 2008). Posteriormente denominado Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS).

No Brasil, em decorrência da caminhada histórica, a transposição de pressupostos do PLACTS para o campo educacional é antecedida por uma aproximação crítica entre pressupostos CTS do Hemisfério Norte e do pensamento educacional do educador brasileiro Paulo Freire (ROSO, 2014). Parâmetros complementares e articulados, discutidos na literatura de educação em ciências, referentes a articulação Freire-CTS têm sido: a busca de currículos temáticos, a interdisciplinaridade e a construção de uma cultura de participação em processos decisórios (AULER, 2007).

Considerando o trabalho apresentado a seguir como desdobramento de pesquisa anterior (ROSO, 2014; ROSO e AULER, 2016). Assumimos como grande objetivo avançar em termos de compreender processos de construção de currículos de orientação CTS, no Brasil; identificando os sujeitos participantes na definição desse currículo, analisando os encaminhamentos dados dentro do campo curricular e sinalizando horizontes para a Educação em Ciências na perspectiva de configurações curriculares pautadas pela constituição de uma cultura de participação.

Referencial Teórico

Os pressupostos que balizaram o delineamento da pesquisa anterior (ROSO, 2014; ROSO e AULER, 2016) e sua execução foram: Paulo Freire, encaminhamentos CTS e proposições do Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS). Tais bases levaram o autor a organizar os resultados da análise em quatro categorias: (i) Currículos Temáticos, (ii) Professores selecionam temas para cumprir listagens de conteúdos, (iii) Não realização da investigação dos temas, e (iv) Focos de colaboração e interdisciplinaridade. Categorias que são utilizadas como referência do atual trabalho.

Currículos Temáticos

Roso (2014) aponta que a totalidade das práticas descritas nos artigos foi estruturada em torno do que tem sido denominado temas, que é coerente com a literatura relacionada à CTS, apesar de apontar uma grande divergência por parte dos autores em torno do significado de “temas”. Identificou desde concepções mais alinhadas com temas sociais relacionados à CT, encaminhamentos mais abertos, até concepções que designam conteúdos tradicionais como temas. Alguns exemplos foram: (i) temas abrangentes – alimentação e vida saudável, (ii) situações-problema relacionadas a questões ambientais, (iii) conteúdos tradicionais de Física e (iv) produtos resultantes de processos naturais e/ou industriais.

Entretanto, o autor faz comentários quanto ao baixo criticismo dentro de tais temas, indicando que tais abordagens, em alguns casos, ignoram certos questionamentos: “por que temos esses produtos, esses aparatos tecnológicos e não outros?”. Exemplifica o autor, se referindo a um dos artigos onde foi trabalhado sobre motores de combustão interna com os alunos. Destacando que em momento algum houve reflexão sobre a utilização do motor de combustão interna em detrimento de alternativas mais sustentáveis. Assim, não estaríamos correndo o risco de possíveis endossos ao determinismo tecnológico? Ou à neutralidade da ciência?

Professores Selecionam Temas para Cumprir Listagens de Conteúdos

Anteriormente, foi observado que na grande maioria dos artigos, os professores foram responsáveis pela seleção dos temas ainda que, em mais da metade dos casos, os alunos também participaram da seleção. Apesar do dado demonstrar certo protagonismo por parte do educador, a pesquisa anterior aponta uma preocupação por parte do engessamento curricular.

No sentido que não se é questionado o “o quê?” ou o “por quê?” ensinar. Sendo a seleção do tema um seguimento de um suposto status quo onde o objetivo final é o cumprimento de parâmetros/listas previamente estabelecidos, sem uma problematização ou fomentação de conteúdos além dos já determinados. Os temas são selecionados para dinamizar o cumprimento de listagens de conteúdos.

Não Investigação dos Temas

Seguindo os parâmetros de referência utilizados por Roso (2014), especificamente Freire, notou-se a ausência da investigação temática, na qual, configura-se como uma forma de identificar e selecionar os temas de estudo. Aproximadamente metade dos trabalhos contidos no corpus citavam o educador, entretanto não foram identificadas referências ao processo de investigação temática.

A concepção curricular experienciada por Freire, via investigação temática, faz com que o fazer educacional incida sobre “o quê?” ensinar e o “por quê?” ensinar. Esse encaminhamento rompe profundamente com encaminhamentos tradicionais do currículo e contribui para problematizar e superar currículos cristalizados.

Focos de Colaboração e Interdisciplinaridade

Foi destacado, no trabalho anterior, que temas mais recentes como: mudanças climáticas, energias renováveis, sustentabilidade, consumismo, mobilidade urbana, etc., são complexos e, em função de sua natureza, não podem

ser compreendidos/enfrentados apenas por um campo disciplinar. Encaminhamento que não negligencia os campos disciplinares, mas enfatiza a necessidade de trabalhos coletivos/interdisciplinares entre as mais diversas áreas do conhecimento.

Podendo contribuir para a construção de concepções de mundo ampliadas por parte de professores, considerando que seus processos formativos, em linhas gerais, ocorreram em um único campo disciplinar. Assim, Roso aponta o cuidado para não ficarmos reféns das práticas pontuais e não ampliadas.

Em termos de sinalização da pesquisa realizada, Roso (2014) aponta que não ocorreram críticas a CT transpostas em sala de aula. Em nenhum momento questões como: consumismo, capitalismo ou degradação energia e ambiente, por exemplo, foram debatidas e questionadas com os estudantes. Nos levando a questionar se as práticas atuais teriam caráter pouco crítico em relação ao contexto dos estudantes. Dessa forma, optamos por atualizar os dados empíricos discutidos em 2014.

Metodologia

A partir das mesmas fontes de análise - revistas brasileiras com enfoque em educação em ciências - Alexandria¹, Ciência & Educação², Experiências em Ensino de Ciências, Ensaio³, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)⁴, Investigações em Ensino de Ciências⁵, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia⁶ e Pesquisa em Educação em Ciências⁷. Inicialmente, filtramos os artigos das revistas entre os anos de 2014 e 2018, a partir da aparição do termo “CTS” dentro do título, resumo ou palavras-chaves. Em seguida, estabelecemos um segundo filtro para estes artigos (47 artigos), considerando apenas os que relataram uma prática educativa e/ ou reflexões sobre tal. O que nos levou para um corpus final de análise de 27 artigos para a atual pesquisa.

Analizamos o material com base nos pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD) - assim como a pesquisa anterior. A ATD consiste em uma

¹ Os artigos da Revista Alexandria foram numerados de 1 a 4 para uma melhor análise sendo citados por seu número. Oliveira e Recena (2014, Artigo 1), Rothberg e Quinato (2016, Artigo 2), Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016, Artigo 3) e Centa e Muenchen (2016, Artigo 4).

² Seguindo o mesmo critério da revista anterior, foram numerados os artigos de 5 a 10 sendo Bittencourt e Strunchiener (2015, Artigo 5), Ribeiro e Genovese (2015, Artigo 6), Zanotto, Silveira e Sauer (2016, Artigo 7), Silveira, Cassiani e Linsingen (2018, Artigo 8), Goés, Borim, Kaufman, Santos, Siqueira e Valiim (2018, Artigo 9) e Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018, Artigo 10).

³ Baseando no padrão da numeração, a Revista Experiências em Ensino de Ciências apresenta os artigos de 11 a 20. Sousa e Teixeira (2014, Artigo 11), Coutinho, Santos, Amaral, Santos, Silva e Silva (2016, Artigo 12), Silva, Viana e Justina (2016, Artigo 13), Vier e Silveira (2017, Artigo 14), Kuchla e Souza (2017, artigo 15), Géra, Moura, Ferraz, Amado e Campos (2017, artigo 16), Schnorr, Rodrigues e Islas (2017, Artigo 17), Oliveira, Sabino e Matos (2017, Artigo 18), Oliveira, Messeder (2018, Artigo 19) e Rafael, Silva, Nobre e Vieira (2018, Artigo 20).

⁴ A RBPEC apresenta os artigos do número 21 ao 24, referindo a Santana, Bastos e Teixeira (2015, artigo 21), Morozesk e Coelho (2016, Artigo 22), Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016, Artigo 23), Souza e Marques (2017, Artigo 24).

⁵ Nesta revista foram identificados 3 artigos numerados de 25 a 27. Porto e Teixeira (2016, Artigo 25), Bettencourt, Almeida e Velho (2014, Artigo 26) e Buffolo e Rodrigues (2015, Artigo 27).

⁶ No corpus final não foram encontrados artigos desta revista.

⁷ Com as análises realizadas, os artigos presentes nesta revista não foram pertinentes para o estudo deste artigo.

análise, na qual, a partir de um conjunto de textos produz-se um novo texto, descrevendo e interpretando sentidos e significados contidos nos textos originais.

Resultados

Inicialmente, é interessante ressaltar que mantivemos as categorias do trabalho original, não somente pela comparação proposta, mas por serem categorias bastante atuais frente aos artigos encontrados. Das 27 práticas que constituíram nosso corpus de análise, 15 foram realizadas no Ensino Médio (2° ou 3° ano), 7 foram realizadas no Ensino Fundamental (sendo que apenas uma foi implementada com séries iniciais), 3 foram realizadas em turmas de EJA (tanto ensino médio quanto fundamental) e 2 foram realizadas como formação continuada para professores.

Currículos temáticos

O termo “tema” foi relatado como “tópico abordado na pesquisa” em 11 dos 27 artigos avaliados. As categorias que apareceram no trabalho anterior com relação a divisão das temáticas abordadas: (i) temas abrangentes, (ii) situações problema, (iii) conteúdos tradicionais e (iv) produtos resultantes de processos naturais e/ou industriais são considerados como tema.

A maioria dos artigos se encaixam dentro dos temas mais abrangentes, questões ambientais como: Agrotóxicos e Uso de Agrotóxicos nas Atividades Agrícolas (Artigo 27 e Artigo 24), Resíduos Eletrônicos (Artigo 22) e Qualidade do Ar Interior (Artigo 3 e Artigo 23). Assim como os temas envolvendo energia e questões biológicas: Entropia e Degradação de Energia (Artigo 2), Energia Elétrica (Artigo 10), Evolução Humana (Artigo 16), DNA (Artigo 13), Importância e Conscientização sobre a Doação de Sangue (Artigo 8) e Processos Digestivos (Artigo 21), constituíram grande parte dessa categoria. Sendo que diversos deles contém uma abordagem instigadora a respeito da participação cidadã dos estudantes. No Artigo 8, por exemplo, os alunos são levados a enfrentar situações onde eles possuem acesso ao banco de sangue de sua cidade e se deparam com a realidade de diversos pacientes necessitados de doação. Aprendendo e discutindo sobre o impacto da doação de sangue dentro da sociedade brasileira. Ou ainda, o Artigo 11, que objetivava “provocar uma reflexão em relação ao uso inconsciente de produtos eletrônicos e suas formas de descarte, associados aos possíveis impactos ao meio ambiente”, nos mostrando que esses temas se preocupam para além de questões engessadas, ao contrário do encaminhamento da pesquisa anterior.

As temáticas embasadas em situações-problema: Arroio Cadena: Cartão Postal de Santa Maria? (Artigo 4), O uso da cebola é indicado como tratamento tóxico para não infeccionar ferimentos" Mito ou verdade? (Artigo 7) e Implementação de Indústria? (Artigo 15) tiveram uma contextualização bastante forte por envolverem pautas da comunidade local além de trabalharem com a cidadania e a inserção da ciência dentro da sociedade. O Artigo 15, através de um júri simulado, fez com que os estudantes utilizassem conceitos químicos para defender ou reivindicar a instalação de uma indústria nos arredores da cidade, mostrando aos jovens que a ciência possui um papel para além da sala de aula.

Houve apenas um artigo com um tema tradicional, para o ensino da termodinâmica (Artigo 20) onde o enfoque se encontrava em uma metodologia de ensino nova. Os demais artigos envolviam mudança do material didático (Artigo 26), reflexões sobre a tríade CTS (Artigo 8 e Artigo 25), não se encaixando nas classificações estabelecidas por Roso (2014).

É interessante ressaltar que houve um grande cuidado em alguns artigos, como o Artigo 7 e o Artigo 18 em estabelecer relações entre o saber popular e o saber científico. Buscando uma relação de igualdade e complemento, onde ambos se beneficiam um do outro e, em algumas circunstâncias, são gerados pelo outro. No Artigo 18, por exemplo, por meio de uma oficina de panificação para pequenas comerciantes foram ensinados conceitos químicos para aumentar suas produções através de três receitas com fermentos diferentes e de baixo custo. As mesmas integrantes da oficina, participaram de uma aula de química para o 9º ano do Ensino Fundamental e ensinaram as receitas aprendidas anteriormente, através da sua linguagem e seu entendimento. O que acaba por gerar uma troca de experiências e de saberes dentro do ensino formal; “foi observado um grande interesse do jovem aluno em compreender, interpretar e relacionar os saberes populares dos mais idosos com os saberes escolares do ensino de ciências” - Artigo 18, conclusões.

Professores selecionam temas para cumprir listagens de conteúdos

Dos 27 artigos analisados, 55,5% apresentaram a realização de conteúdo programático. O Artigo 20, fala sobre o uso de cordel para estudar termodinâmica, assunto de física que os alunos apresentam maior dificuldade. No Artigo 14 é tratado dos conteúdos programáticos apresentados na sala comum e reforçados na sala de recursos multifuncionais, a temática se baseando no assunto da água o docente de matemática pode trabalhar o assunto de volume. O Artigo 3 juntamente com o Artigo 23, decorre com os assuntos de cinética química e estudos dos gases trazendo um debate social sobre a poluição do ar e a qualidade do mesmo.

Há também o fato que os artigos utilizam listagens de conteúdos para trazer uma discussão socioambiental e esse tópico foi levantado nos 8 artigos presentes no corpus da pesquisa. Como já mencionado, o Artigo 14, transmite a temática água e nele é discutido quais atitudes a sociedade deve adquirir para a redução do consumo e da mesma forma foi discutido como era a realidade dos discentes e quais soluções eles queriam para isso. Abaixo é apresentado a fala do Artigo 5 (A5) quando o docente conversa sobre o esgoto com os alunos: “No meu bairro ainda não tem sistema de esgoto, o esgoto sai das casas e vai pelo córrego que passa atrás das casas” (A5).

Após isso, é realizada outras atividades para que haja reflexão sobre a temática proposta. No Artigo 21 é abordado a temática alimentação onde é apresentado sobre alimentos transgênicos, a diferença de açúcar para adoçante, esse curso gerou um pensamento crítico aos alunos e fez com que eles refletissem sobre os alunos dentro de casa.

Não investigação dos temas

Essa categoria foi disposta por Roso (2014 e 2016) por Paulo Freire constar como um referencial de pesquisa, o que continua válido para esse trabalho. Dentro dos artigos dispostos em nosso corpus 7 utilizam como referencial Freire ou a pedagogia freireana, dispondo de citações do autor no corpo do texto. Entretanto, dentro de um universo de 27 trabalhos, 5 seguem com o princípio da investigação temática junto a proposta de prática educativa, sendo todos pautados na teoria dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) (Delizoicov, D 1990) - Artigo 3, Artigo 4, Artigo 16, Artigo 23 e Artigo 24.

Sendo assim, consideramos a crítica estabelecida por Roso (2014 e 2016) bastante atual quanto a falta de incidência sobre “o quê?” e o “por quê?” ensinar, o que pode acabar contribuindo para o engessamento de um currículo tradicional. Entretanto, não podemos ignorar que apesar de não se mostrar tão frequente o encaminhamento para uma estruturação curricular a partir da investigação temática quanto gostaríamos, as práticas dispostas a tal constituem um pouco menos de 20% do grupo geral, todos estes com referencial em Paulo Freire, apesar de não serem os únicos a mencionar o educador.

Focos de colaboração e interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade é um enfoque importante na medida que existem tópicos abrangentes que correriam o risco de se tornarem superficiais em sua abordagem, caso a mesma fosse realizada a partir de um único enfoque disciplinar. Quinze(15) dos artigos analisados citaram explicitamente a interdisciplinaridade como parte da prática educativa.

"O trabalho é considerado interdisciplinar e se justifica pelo próprio conceito CTS, e, conseqüentemente, pela aproximação com as áreas da sociologia, filosofia, história, artes e literatura." - Artigo 9

Em outros seis(6) trabalhos não ocorreram menções ao enfoque interdisciplinar, apesar do mesmo poder ser identificado ao longo da prática relatada. Grande parte do caráter multidisciplinar se atém a questões sociais e cidadãs, ao longo dos textos, apesar de algumas vezes a ação proposta não contar com professores de diferentes disciplinas interferindo no processo.

Podemos notar, ainda, a falta de elaboração durante algumas dessas atividades colaborativas, por estas não buscarem explorar a fundo aspectos de outras disciplinas. Com discursos que semeiam a participação cidadã, a conscientização dos estudantes e a sua colaboração, mas não se encarregam de prover certas ferramentas para o questionamento. Levando a interdisciplinaridade a um vazio pouco explorado. No caso do Artigo 9, foi feita uma reflexão em cima de uma obra literária sendo que os alunos não a tinham lido, com disponibilidade de ler apenas trechos previamente recortados pelos professores, sem um aprofundamento da obra ou de outra disciplina.

Considerações finais

Através da análise do corpus e das quatro categorias previamente já estabelecidas, pode-se notar que ocorreram certas continuidades e rupturas, quando comparadas com o trabalho anterior. Sobre as primeiras, observa-se que não houve a necessidade de novas categorias de análise. Demonstrando que o encaminhamento dos currículos balizados em práticas educativas com enfoque CTS não sofreu grandes desvios entre os anos de 2001 e 2018, ou pelo menos, dentro das revistas utilizadas como fonte.

Existe uma grande quantidade de práticas permeando temáticas mais abrangentes. As situações-problema, apesar de mais escassas dentro de nosso espectro, apresentam em sua totalidade resultados bastante positivos e participativos quanto aos educandos. Nos levando a crer que a contextualização do conteúdo vivenciado pelos estudantes gera um melhor engajamento dentro das práticas.

A colaboração e interdisciplinaridade continuam essenciais para a realização de ações envolvendo CTS, aparecendo explicitamente na maioria dos

trabalhos observados. Apesar das diferentes abordagens constatadas em cada artigo.

Algumas das rupturas aparentes em nossa análise respondem a críticas e comentários feitos por Roso e Auler (2016). Entre elas, os autores apontaram para um suposto endosso curricular em relação aos temas escolhidos, tal endosso, impossibilitava críticas que pudessem problematizar CT em sala de aula. Todavia, dentro dos 27 trabalhos analisados podemos relatar críticas feitas para além do conteúdo programático, de caráter controverso ao simples enaltecimento de CT.

Na categoria “Professores selecionam temas para cumprir listagens de conteúdos” houve uma alteração na quantidade de artigos selecionados, Roso (2014 e 2016) estabeleceu em seu artigo que quase 100% do corpo da pesquisa era para cumprir listagens de conteúdos, diferentemente do atual corpus, onde foi encontrado o valor de 55,5%. Possivelmente a mudança na numeração se dá pelo fato dos professores tentarem sair dos conteúdos programáticos. Buscando trazer para a sala de aula um ensino que dialoga melhor com a realidade do aluno, onde o mesmo se sente mais presente no seu próprio aprendizado.

Uma nova categoria que apareceu durante a análise foi a modificação de material didático, tendo como base o CTS e o estudo dos docentes a partir de uma prática realizada em sala de aula. Essa nova classe aparece em dois(2) artigos e é um assunto para se atentar em uma próxima investigação.

Ocorreram problematizações maiores frente a causas que não eram mencionadas. Críticas ao capitalismo, ao consumismo, à degradação ambiental, à exclusão social e aos recursos midiáticos foram bastante frequentes dentro do nosso corpus. Nos levando a crer que a educação pautada em CTS não possui apenas o objetivo de enaltecer CT, mas de repensar sua atuação junto a educação e a sociedade.

Acreditamos que um possível encaminhamento seja a maior exploração em diferentes áreas do conhecimento, explorando melhor a interdisciplinaridade, de maneira menos rasa. Assim como o repensar dentro do “por quê?”, “o quê?” e “para quem?” ensinar, entendendo que sem intenção e encaminhamento prévio, não se pode atingir um suposto objetivo dentro de uma estruturação curricular.

Referências

- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, Campinas, v.1, n. especial, p. 1-20, 2007.
- DAGNINO, R. P. As trajetórias dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e da política científica e tecnologia na Ibero-América. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, v.1, n. 2, p. 3-36, 2008
- DELIZOICOV, Demétrio. *Conhecimento, Tensões e Transições*. 1991. Tese (Doutorado em Educação), FEUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- GARCIA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos, 1996
- ROSO, C. C. *A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS*. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Maria, 2014.
- ROSO, C. C.; AULER, D. *A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS*. *Ciência & Educação*, v. 22, ed. 2, 2016.

Análise de uma proposta didática embasada na concepção Ciência, Tecnologia e Sociedade: um debate simulado sobre o aquecimento global nas aulas de física

Analysis of a didactic proposal based on the Science, Technology and Society conception: a simulated debate on global warming in physics classes

Bruna Karl Rodrigues da Silva¹, João Paulo Fernandes², Ricardo Monteiro da Silva³

¹CEFET/RJ – Campus Petrópolis/Estudante – Licenciatura em Física, brunakarl@outlook.com

²CEFET/RJ – Campus Petrópolis/Professor – Licenciatura em Física, jpaulof2001@yahoo.com.br

³Colégio Estadual Mauá/Professor, ricardo.fisica-matematica@hotmail.com

Resumo

Pensamos que a escola básica deve fornecer ao educando embasamento para compreensão da sociedade em que está inserido. Nesta perspectiva, o presente trabalho propõe um diálogo entre as vertentes do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade e as Questões Sociocientíficas, por meio de uma sequência didática em que é apresentado um problema social aos educandos, no contexto do ensino de física. Como recurso didático à fomentação de temas controversos em sala de aula, consideramos que a realização de debate simulado em uma turma de ensino médio foi de grande valia para a discussão do aquecimento global e seus impactos na contemporaneidade, visto que através de pesquisas em diversas fontes de informação, os alunos protagonizaram o seu processo de ensino-aprendizagem. Por meio de uma análise interpretativa-qualitativa, buscamos investigar como a realização desta atividade contribuiu para a discussão da controvérsia sociocientífica em sala de aula e de que maneira os alunos defenderam suas concepções.

Palavras-chave: Ciência, Tecnologia e Sociedade; Questões Sociocientíficas; Controvérsias Sociocientíficas; Debate simulado.

Abstract

We believe that the basic school should provide to the student a basement for understanding the society in which it is inserted. In this perspective, the present work proposes a dialogue between the aspects of the Science, Technology and Society movement and the Socio-Scientific Issues, through a didactic sequence in which a social problem is presented to students, in the context of physics teaching. As a didactic resource for the promotion of controversial topics in the classroom, we consider that holding a simulated debate in a high school class was of great value for the discussion of global warming and its impacts on contemporaneity, since through research in several sources of information, students took part in their teaching-learning process. Through an interpretative-qualitative analysis, we seek to investigate how the performance of this activity contributed to the discussion of the socio-scientific controversy in the classroom and how the students defended their conceptions.

Keywords: Science, Technology and Society; Socio-scientific issues; Socio-scientific controversies; Simulated debate.

Introdução

O presente trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla que futuramente irá compor um trabalho de conclusão de curso, objetivando propor novas metodologias que fomentem a elaboração de práticas inovadoras no Ensino de Física da escola básica com foco na articulação entre a Ciência e a Sociedade.

A partir de uma sequência didática, tendo como base teórica para sua construção a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), pretendemos analisar alguns aspectos sobre a abordagem de temas controversos em uma turma de física do ensino médio.

Conforme Deconto (2014, p. 374), quando abordamos a perspectiva CTS é necessário “que se traga um problema social, apresente-se a tecnologia associada a este, apresente-se o conhecimento científico envolvido e se retorne ao problema social, sempre proporcionando aos alunos que se posicionem e opinem sobre o tema”. Nesta perspectiva, acreditamos que as Questões Sociocientíficas (QSC) auxiliam na capacidade argumentativa dos alunos no que diz respeito a situações vinculadas com as suas realidades, estimulando ambientes favoráveis ao desenvolvimento de meios propícios à discussão de temas sociais, concomitante com a possibilidade de tomada de decisão. Ratcliffe; Grace (2003) apud Fernandes (2018, p. 39) destacam algumas características de um tema sociocientífico: “relacionar-se à ciência; envolver formação de opinião e escolhas; ter dimensão local, nacional ou global; envolver discussão de valores e ética; estar relacionado à vida; envolver discussão de benefícios, riscos e valores, entre outras.”

Reis e Galvão (2008, p. 747) destacam a importância de implementação de currículos de ciências que recorram “à discussão de temas científicos e tecnológicos controversos e actuais como forma de preparar os alunos para uma participação activa e responsável na sociedade”. Nesse sentido, o aquecimento global, que vem sendo divulgado recorrentemente pelas mídias, se destaca como uma controvérsia sociocientífica (CSC), pois ainda há muitas informações com divergências sobre suas causas e efeitos.

A análise interpretativa-qualitativa¹ proposta por Moreira (2002) servirá de embasamento para as análises e inferências sobre o desenvolvimento de uma proposta didática cujo tema trabalhado foi o aquecimento global em uma turma de 2º ano do ensino médio regular, no contexto da disciplina de física.

O referencial teórico que embasou a sequência didática

Segundo Aikenhead (1994) e Solomon (1993) apud Galvão e Reis (2008, p. 131), a maior parte dos currículos CTS revela quatro objetivos em comum. São eles:

¹ “O interesse central dessa pesquisa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Os dados obtidos por meio dessa participação ativa são de natureza qualitativa e analisados correspondentemente. As hipóteses são geradas durante o processo investigativo. O pesquisador busca universais concretos alcançados através do estudo profundo de casos particulares e da comparação desse caso com outros estudados também com grande profundidade. Através de uma narrativa detalhada, o pesquisador busca credibilidade para seus modelos interpretativos”. (MOREIRA, 2002, p. 2)

a) aumentar a literacia científica dos cidadãos; b) despoletar o interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia; c) estimular o interesse pelas interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; e d) desenvolver nos alunos capacidades de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e, especialmente, de tomada de decisões. AIKENHEAD (1994) e SOLOMON (1993) apud GALVÃO e REIS (2008, p. 131)

Desta maneira, a conexão entre o letramento científico e os ideais referentes ao CTS, segundo Acevedo, Vázquez e Manassero (2003), é estabelecida quando o cidadão consegue relacionar-se com os elementos científicos e tecnológicos de seu cotidiano, concomitantemente com o entendimento sobre o conhecimento científico, seus meios de produção e utilização.

Contudo, quando nos referimos ao ensino de física na atualidade, devemos levar em consideração que estamos inseridos numa sociedade digital, e desta maneira, ao mesmo tempo que temos um meio virtual que pode proporcionar discussões e interações entre os educandos, há também um ambiente com diversas fontes de informação, podendo possibilitar o surgimento de CSC, que são importantes para estimular debates e tomadas de decisão no âmbito escolar.

Nesta perspectiva, Lopes (2010) reitera que:

O importante é permitir que o estudante conheça mais que apenas uma opinião possível para o assunto, ou apenas uma única solução a ser dada, mas que ele próprio possa posicionar-se depois de se inteirar no assunto, através de variadas ferramentas de análise. (LOPES, 2010, p. 64).

As QSC buscam promover a capacidade argumentativa dos educandos a partir de situações relacionadas a realidade em que estão inseridos, de maneira a desenvolver meios propícios a ações sociais, com possibilidade de tomada de decisão. A partir disso, é necessário que o professor assuma o papel de mediador do conhecimento, estimulando o aluno a desenvolver sua autonomia no processo de ensino-aprendizagem e orientando na construção de um pensamento crítico.

Os materiais analisados por Aikenhead (1994) possuíam, em sua maioria, estruturas organizadas segundo uma sequência definida e foi a partir disto que planejamos a atividade proposta. Esta sequência propõe: **(i)** introdução de um problema social; **(ii)** análise da tecnologia relacionada ao tema social; **(iii)** estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; **(iv)** estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado; **(v)** discussão da questão social original.

É esperado que esse conhecimento não fique somente na escola. Com as concepções CTS estabelecidas, através dos estímulos das QSC, o aluno poderá ter subsídio para discutir “uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados em conjunto com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos” (SANTOS, AMARAL e MACIEL, 2012 apud FERNANDES 2018, p. 43).

Metodologia: planejamento da sequência didática

A sequência didática foi planejada por uma licencianda em física, um professor da educação básica e um professor da universidade, durante encontros realizados quinzenalmente na Instituição de Ensino Superior. Nesses encontros, o grupo discutia a literatura CTS através de livros e artigos, promovendo o

desenvolvimento de toda a sequência didática e proporcionando reflexões acerca dos resultados obtidos.

O tema do aquecimento global surgiu durante o planejamento para as aulas sobre Termodinâmica, cuja temática controversa se fez relevante para os integrantes do grupo, pois além de discutir assuntos sociais em um ambiente escolar, os alunos foram instruídos a buscar suas próprias fontes de pesquisa, sem a intervenção do professor e da licencianda. Assim, tornou-se relevante a abordagem dessa temática, pois conforme o próprio Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro sugere como habilidades e competências, é necessário estimular os educandos a “analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência, tecnologia e sociedade.” (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 8)

Apesar da discussão sobre aquecimento global não ser diretamente uma demanda do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, consideramos que foi de suma importância para que os alunos expusessem os seus pontos de vista e trabalhassem não somente a argumentação como também a autonomia de fala, além de incentivar o protagonismo do educando no seu processo de ensino-aprendizagem.

No *Quadro 1* sintetizamos as atividades que foram desenvolvidas na escola básica, e ressaltamos que aconteceram na sequência em que estão descritas.

Atividade	Descrição
Introdução ao tema “Usinas”	Os alunos deveriam pensar se é possível a construção de uma usina em Magé/RJ e qual o tipo de usina mais adequado para aquela região, a partir de pesquisas realizadas na internet. Posteriormente, deveriam redigir um relatório em grupo expondo suas opiniões e argumentos.
Aplicação de questionário pré-projeto	Tinha como objetivo conhecer a visão que os alunos têm sobre o uso das tecnologias no ensino de física e como isso pode contribuir para a elaboração das outras atividades da sequência didática.
Texto: “A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea”	Propor uma reflexão sobre o homem pré-histórico e suas condições de sobrevivência. Assim, foram discutidos os aspectos que levaram o homem a sua evolução tecnológica, e o papel da energia nesse processo, ressaltando que até mesmo nos dias de hoje, nem todas as pessoas são favorecidas com a produção de energia elétrica.
Busca por informações sobre o aquecimento global	Os alunos deveriam pesquisar, obrigatoriamente em mídias sociais, informações sobre o aquecimento global, e formular opiniões acerca do tema e suas influências na sociedade. A partir disso, deveriam criar um perfil para cada grupo na rede social Instagram para postar a atividade.
Debate sobre os impactos do aquecimento global na sociedade contemporânea	Utilizando os levantamentos de informações da atividade anterior, concomitantemente com um novo embasamento em fontes confiáveis, foi proposto um debate simulado ² acerca do aquecimento global como causa antropológica ou natural e de que maneira as usinas termelétricas influenciam no meio ambiente.

² “Planejamento de uma situação simulada a partir de um problema real, em torno do qual se situam vários atores sociais com posturas, interesses e valores diferentes.” (VIEIRA e BAZZO, 2007, p. 7)

Elaboração de usinas de baixo custo	Os educandos foram estimulados a construir protótipos de usinas utilizando materiais de baixo custo. No formato de feira de ciências na própria sala de aula, deveriam explicar o funcionamento dessas usinas, quais são os conceitos físicos ali presentes e a explicitar a influência no âmbito social.
--	---

Quadro 1: Descrição da sequência didática

Neste trabalho, iremos enfatizar e analisar a atividade *Debate sobre os impactos do aquecimento global na sociedade contemporânea*, que aconteceu em uma aula de cem minutos. É importante ressaltar que a aula foi audiogravada e transcrita, para que fundamentasse as inferências realizadas na seção seguinte.

A escolha de abordar especificamente o debate simulado é decorrente do processo de planejamento da sequência didática em si, pois as atividades realizadas anteriormente serviram como embasamento teórico, enquanto essa buscou estimular os alunos a desenvolverem seus próprios pontos de vista. Nesta perspectiva, esperamos analisar se houve mudança de concepções e comportamentos por parte dos educandos, incentivando o respeito ao lugar de fala do colega de turma. Consideramos também que essa atividade é a que tem o melhor potencial para fomentar a retórica dos alunos, proporcionando um ambiente favorável às inferências sobre a compreensão que os educandos tiveram sobre um tema atual e controverso.

Discussão da atividade: do desenvolvimento à ação

A turma em que a sequência didática foi desenvolvida demonstrou interesse e aptidão pelas atividades propostas. Durante a explicação do conteúdo, os alunos respeitavam o espaço do (a) professor/licencianda e quando solicitados, respondiam assiduamente. Conseguiram relacionar os conteúdos apresentados em aulas anteriores com a aula do dia e procuravam sanar as dúvidas que surgiam. Também se mostraram dispostos à realização dos trabalhos escolares.

Para a realização da atividade, os educandos se dividiram em dois grandes grupos, com quatorze integrantes cada. Também foram escolhidos três representantes, pessoas com mais autonomia de fala, para que defendessem os argumentos do grupo. Esses representantes foram eleitos pelos próprios membros dos grupos, sem a influência do professor e da licencianda.

Inicialmente, foi proposto aos alunos que fizessem uma breve introdução, com a duração de cinco minutos, sobre o ponto de vista que estavam defendendo: o aquecimento global como causa antropológica ou natural. A próxima etapa da atividade consistiu em três perguntas para cada grupo, com direito à resposta e réplica. Nesse momento, os alunos dispunham de tempo livre para formulação da pergunta, dois minutos para resposta e mais dois minutos para réplica. Posteriormente a fase de perguntas, a licencianda elaborou uma mesma pergunta para os dois grupos relacionando o conteúdo estudado no bimestre, máquinas térmicas, com o tema do debate. Assim, os alunos deveriam buscar, nas fontes de informação disponíveis, se as usinas termelétricas podem influenciar no aquecimento global e de que maneira. O último momento do debate consistiu nas considerações finais de cada grupo, em que os alunos teriam dois minutos para sintetizar suas concepções.

Contudo, consideramos importante ouvir as considerações dos alunos, sem que houvesse a influência e obrigatoriedade de falar somente sobre o que estavam defendendo. Assim sendo, ao final do encontro, foi disponibilizado espaço de fala aos

educandos para que relatassem se a visão que eles tinham sobre o aquecimento global continuava presente ou se houve uma mudança de opinião a partir da atividade.

Por conseguinte, podemos destacar trechos de falas de alguns alunos que corroboram com a importância da discussão da CSC em sala de aula:

Aluno 7 - *Eu tinha certeza que o aquecimento era real, e os argumentos de que o homem não tem nada a ver também valem.*

Aluno 6 – *Sim, eu fiquei em dúvida também nessa questão, porque quando a gente tava se aprofundando, tinham muitos argumentos que podiam comprovar de que é algo inevitável. Então tipo, o homem tem sim essa influência, mas eu comecei a achar que é algo inevitável.*

Aluno 2 – *Pra gente ter essa discussão aqui, a gente, não digo todos, mas eu acho que eu em si, eu botei isso na minha cabeça, que eu ia tentar saber o que eles também falariam contra nós. Então eu pesquisei muita coisa. Aí eu tive que pesquisar, e lendo e pesquisando sobre o assunto deles, eu tava vendo, cara não é possível. Mano, fator natural. Olha isso.*

A escolha das falas dos alunos se pauta na presença da diversidade de opiniões a respeito do aquecimento global delimitando assim a abordagem de uma QSC (REIS e GALVÃO, 2008; FERNANDES, 2018) e como a discussão em sala de aula proporcionou um ambiente de reflexões, e até mesmo mudança de concepção sobre a temática abordada não estar relacionada somente a um fator antropológico, mas também natural, demonstrando o caráter controverso da discussão.

É importante também destacar a concepção que os alunos têm sobre as fontes de informação às quais tem contato, e que citaram em alguns momentos durante o debate para embasar suas afirmações.

Aluno 11 – *Na verdade, isso do ser humano agravar, é, a gente nem sempre pode confiar muito nas informações que chegam até a gente da ciência, porque muitas vezes, por exemplo, antigamente, o ovo era o vilão, colesterol, isso e aquilo. E, hoje em dia, é o alimento mais importante e nutritivo. Então, é, a gente também tem que se perguntar se tem algum tipo de influência, é, dessas pessoas, política, por trás disso.*

Aluno 6 – *O que ela falou, tipo, tem muita importância realmente, porque enquanto a gente fazia pesquisas, eu muitas notícias de governos que tentavam ocultar, por exemplo, contas que mostravam que eram, que era natural, entendeu. Tipo nos Estados Unidos, tinha um cientista que tava afirmando que ele tentou mudar os resultados mais vistos que iam contra o aquecimento global, no caso de que ele não seria causado, assim, pelo homem, e inclusive eu também achei que os dados da ONU também não tinham bases científicas, e o único satélite que conseguiu realmente captar as mudanças de temperatura era um satélite russo e os resultados dele não eram nem metade dos resultados da ONU. Então, é muito relativo.*

Aluno 9 – *De certa forma, a gente tem falado muita coisa que hoje em dia é baseado nessa noção de capitalismo, de ter mais, ganhar mais, conseguir mais. E isso acaba meio que cavando nossa própria cova. O ser humano é a única forma de vida conhecida no planeta que causa danos para o planeta, e não consegue resolver sozinho. Tem uma frase muito bonita que eu vi antontem, que podia usar pra terminar, é que “Crescer por crescer, é filosofia de vida da célula do câncer.”*

Nesse momento, os educandos ressaltam em suas falas tanto a confiabilidade dos meios de comunicação, quanto a influência política que têm as informações que chegam até a sociedade e sua articulação com a ciência. Enfatizamos esses trechos

devido aos alunos conseguirem associar temas relativos ao movimento CTS (AIKENHEAD, 2003) em situações propostas dentro do ambiente escolar.

Por fim, consideramos que o debate simulado (BAZZO et al, 2003), concomitantemente com toda a construção da sequência didática foram de grande valia para o desenvolvimento da CSC. Os alunos conseguiram defender seus pontos de vista através da atividade, recorrendo a fontes de informações que eles próprios consideraram confiáveis.

Conclusões

O processo de planejamento, desenvolvimento e análise da sequência didática, proporcionou leituras e reflexões acerca das contribuições do movimento CTS no que se refere ao processo de ensino-aprendizagem de física. Através da apresentação de um problema de âmbito social, junto com a tecnologia e o conhecimento científico vinculado a este, os educandos foram capazes de promover reflexões e interações que fundamentassem a formação de senso crítico.

Foi notório que o debate simulado proporcionou um engajamento da turma com a atividade, e um ambiente de respeito ao espaço de fala de todos os integrantes. Os alunos promoveram uma auto-organização da classe, dividindo-a em dois grandes grupos nas laterais da sala de aula: de um lado, o que defendia o aquecimento global como causa antropológica, e do outro, o que defendia como causa natural. É interessante destacar que os representantes de cada grupo ficaram nas fileiras frontais, apesar de não terem sido instruídos previamente. Também organizaram duas carteiras para que o professor da escola básica e a licencianda pudessem acompanhar as argumentações à frente da turma.

Consideramos que as pesquisas e o desenvolvimento do debate simulado proporcionaram mudanças nas posturas dos alunos, pois através das concepções e contato com diversas fontes de informação, os alunos foram estimulados a construir seu próprio pensamento crítico, e assim, exercer papel de protagonista na construção do próprio conhecimento.

Podemos salientar também que os alunos se preocuparam em mostrar credibilidade em suas fontes de pesquisa no debate, referenciando-as durante suas falas. Isso torna-se relevante, pois com a popularização da internet, numa sociedade em que, infelizmente, as notícias falsas, comumente conhecidas como *fake news*, vêm se propagando cada vez mais, os educandos se preocuparam em buscar fontes que julgaram confiáveis, proporcionando um ambiente favorável à reflexões e desenvolvimento de suas próprias concepções.

Portanto, acreditamos que a discussão de temas, no contexto do ensino de física, relacionados ao cotidiano dos educandos, proporciona implicações no âmbito social que o indivíduo está inserido, ao mesmo tempo que há reflexão da ciência como atividade social e seus meios de divulgação.

Referências

AIKENHEAD, G. **STS Education**: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Ed.). *A vision for science education: responding to the work of Peter J. Fensham*. New York: Routledge Falmer, p. 59-75. 2003

AIKENHEAD, G. **What is STS teaching?** In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, p. 169-186. 1994.

AIKENHEAD, G. (Eds.). **STS education: international perspectives on reform.** New York: Teachers College Press. p. 21-31. 1994.

ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A. & MANASSERO M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v. 2, n. 2. 2003.

BAZZO, W.A.; LISINGEN, I.V. e PEREIRA, L. T. do V.; Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), **Cadernos de Ibero América.** OEI-Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

DECONTO, D. C. S. **A perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade na disciplina de metodologia do ensino de física:** um estudo na formação de professores à luz do referencial sociocultural. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Mestrado Acadêmico em Ensino de Física, Porto Alegre, 2014.

FERNANDES, J. P. **As percepções e apropriações da perspectiva CTS e da abordagem de QSC no processo de formação docente.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Saúde, Rio de Janeiro, 2018.

GALVÃO, C.; REIS, P. A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In R. M. Vieira, M. A. Pedrosa, F. Paixão, I. P. Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M. J. Martín-Díaz (Coord.), **Ciência-tecnologia-sociedade no ensino das ciências:** Educação científica e desenvolvimento sustentável (p. 131-135). Aveiro: Universidade de Aveiro. 2008

LOPES, N. C. **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2010. 229 f.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em educação em ciências: métodos qualitativos. Programa Internacional de Doctorado em Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, Espanha; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Texto de Apoio nº 14. Publicado em **Actas del PIDEC**, 4:25-55, 2002.

RIO DE JANEIRO. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo Mínimo 2012:** física. Rio de Janeiro, 2012. 11 p.

REIS, P. GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v. 7, n.3. 2008.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino.** v. 1, n. especial. 2007.

OS TEMAS SOCIOAMBIENTAIS E OS CONCEITOS CIENTÍFICOS ESCOLARES QUE A ESCOLA DEVERIA TRATAR SEGUNDO GRADUANDOS E PROFESSORES DA ESCOLA BÁSICA

THE SOCIO-ENVIRONMENTAL ISSUES AND SCIENTIFIC SCHOOL CONCEPTS THAT THE SCHOOL SHOULD TREAT ACCORDING TO UNDERGRADUATES AND BASIC SCHOOL TEACHERS

Fernanda da Rocha Carvalho¹, Giselle Watanabe²

¹ Universidade Federal do ABC (UFABC)/ Programa Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática/ carvalho.fernanda@ufabc.edu.br

² Universidade Federal do ABC (UFABC)/ Centro de Ciências Naturais e Humanas/giselle.watanabe@ufabc.edu.br

Resumo

Este trabalho identifica e analisa as ideias dos graduandos que participaram da disciplina *Física do Meio Ambiente* e dos docentes da educação básica que participaram do curso de extensão *Educação, Sociedade e Ambiente*, ambos ofertados na Universidade Federal do ABC. A intenção com isso foi identificar, através de uma questão investigativa, quais os conceitos científicos escolares são necessários para tratar temas ambientais e quais os problemas socioambientais que os¹ professores e os estudantes consideram importantes para discussão nas aulas. Metodologicamente, as respostas dos participantes foram analisadas e categorizadas utilizando a Análise Textual Discursiva e a identificação dos temas socioambientais foi analisada através do software IRAMUTEQ. Dos resultados, nota-se a necessidade de identificar os temas ambientais discutidos pela universidade e pela educação básica e a aproximação dos conceitos científicos escolares.

Palavras-chave: Ensino de ciência; Conhecimento escolar; Questões ambientais; Complexidade

Abstract

This work identifies and analyzes the ideas of undergraduate students who participated in the Physics of the Environment and basic education teachers who participated in the Education, Society and Environment extension course, both offered at the Federal University of ABC. The intention was to identify through an investigative question which school scientific concepts are necessary to deal with environmental issues and which socio-environmental problems teachers and students consider important to discuss in class. Methodologically, the responses of the participants were analyzed and categorized using the Discursive Textual Analysis, and the identification of socio-environmental themes was analyzed using the IRAMUTEQ software. From the results, there is a need to identify the

¹ Usa-se o termo no masculino considerando a regra gramatical. Salienta-se que a questão de gênero está contemplada e respeitada nessa produção.

environmental issues discussed by the University and basic education and the approximation of school scientific concepts.

Keywords: Science teaching; School knowledge; environmental issues; complexit

INTRODUÇÃO

A relação entre as questões ambientais e os conhecimentos social, científico, político e econômico, dentre outros, tornou-se foco de discussão nas últimas décadas, seja pelos principais órgãos deliberativos da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) ou por manifestações que emergem da própria comunidade, como por exemplo o protesto de Greta Thunberg, na Suécia. Essas ações nos levam a pensar na necessidade de compreender os problemas socioambientais não apenas como uma proposição pontual, catastrófica e imediatista (tendo como exemplo as abordagens presentes nos meios de comunicação que desconsideram as relações imbricadas estabelecidas nesse contexto), mas conduzi-los a partir de uma discussão mais crítica e reflexiva.

Nessa perspectiva, uma formação pautada em um Educação Ambiental (EA) mais crítica configura-se como um espaço em que se constroem reflexões embasadas cientificamente e dialogadas a ponto de discutir desde as ações político partidárias até alguns atos ambientalistas. Assim, determinados hábitos de preservação ou forma de tratar os recursos naturais podem conduzir a um posicionamento pouco consciente e responsável, induzindo o sujeito acreditar na existência de uma verdade absoluta (por exemplo, a simples conservação do meio ambiente ou a resolução reducionista de problemas complexos). Nesse sentido, torna-se importante pensar no desenvolvimento de um conhecimento mais aberto, dinâmico e integrado às outras formas de conhecimento, possibilitando uma formação capaz atuar e interagir no seu próprio espaço. Segundo García (2004),

(...) devemos conscientizar e sensibilizar não só as características do problema e suas consequências (por exemplo, a natureza do efeito estufa e sua relevância na mudança climática) mas também os vários interesses sociais em jogo e as razões políticas para o que acontece (García, 2004. p.22-23).

Para o autor nada adianta a inserção da EA no currículo escolar sem considerar os processos sociais, as interações de poder, regras institucionais, as condições de trabalho do docente e a comunidade que o estudante está inserido. Para García (1998; 2004) quando a EA é trabalhada de forma fragmenta pode conduzir a uma reflexão pontual da natureza tornando-se insuficiente. Assim, para o autor as discussões com enfoque *no* ou *para meio* ambiente está associada a uma abordagem estritamente antropocêntrica, em que se considera o ambiente como um recurso. Já no aspecto *sobre o meio* conduz a um posicionamento que envolve o cuidado e melhoria do ambiente. Desta forma, trabalhar os problemas socioambientais separados pode dificultar a reflexão e a ação devido à falta de conexão que se estabelece com o todo.

Nessa perspectiva discussões acerca dos problemas socioambientais vêm sendo abordados nos congressos e simpósios da área de ciências, devido à ênfase

dada pelos meios de comunicação e pelos órgãos responsáveis pelo ensino/educação. Das reflexões, nota-se que os debates voltados às questões, muitas vezes, apresentam um caráter tímido, desvinculado dos conceitos curriculares e assumem a quase ausência de reflexões em torno das incertezas e controvérsias, o que pode gerar uma discussão pouco crítica e sem um questionamento embasado diante do assunto (Carvalho e Watanabe, 2017). Do ponto de vista do García (1998) o estudo diante da temática não deve se resumir apenas ao conteúdo de ciências, mas é fundamental considerar outras esferas do conhecimento, reconhecendo a importância da interdisciplinaridade na prática dentro da sala de aula.

A construção do conhecimento deve ser um processo social, baseado na interação, valores éticos e culturais. Logo a EA não deve limitar-se a reprodução de informações, mas mediar de forma contextualizada as reflexões acerca das questões socioambientais. Essa forma de lidar com a questão contribui para a construção da autonomia do aluno, possibilitando o desenvolvimento de um *pensamento complexo* (MORIN, 2002). Nesse contexto, a EA deve assumir a condição de complementariedade e integrar diferentes conhecimentos em distintas perspectivas. Essas condições, por sua vez, levam a uma reorganização do saber e uma nova maneira de direcionar a ruptura do pensamento simples para atingir o pensamento complexo. Para Watanabe (2012) quando a EA pauta-se pela criticidade, complexidade e reflexividade (EA_{CCR}) há possibilidades de uma discussão mais abrangente, que busca fazer a passagem desses pensamentos (do simples para o complexo) e promover a efetiva participação dos alunos na sociedade por meio da mudança de postura do indivíduo diante dos problemas locais e globais.

A partir dos aspectos indicados, nosso pressuposto é de que, para promover uma formação mais crítica no contexto escolar, torna-se fundamental refletir sobre quais são as questões socioambientais que deveriam ser abordadas na escola para então pensar em ações que mobilizem professores e alunos a mudarem seus posicionamentos. Para isso, este trabalho procura identificar e compreender, na perspectiva dos alunos da universidade e dos professores da Educação Básica, as questões socioambientais que mais os preocupam. A partir dos temas indicados será possível propor ações que aproximem as aulas dos problemas contemporâneos enfrentados pela sociedade.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Essa pesquisa consiste em analisar os dados obtidos a partir da produção escrita de 43 participantes quando questionados sobre os principais problemas socioambientais que a Educação Básica atual deveria abordar nas aulas de ciências (especificamente, perguntou-se “Na sua opinião, quais as principais questões ou problemas ambientais que a escola básica atual deveria abordar nas aulas de ciências?”). Ela foi organizada em três momentos, a saber: (1) levantamento das ideias dos alunos de graduação da Universidade Federal do ABC e dos professores da Educação Básica sobre os principais temas socioambientais que a escola deveria estudar; (2) identificação dos conceitos científicos escolares para tratar um problema socioambiental apontados pelos participantes; e (3) análise das questões socioambientais indicadas, tomando como referência a categorização presente na Análise Textual Discursiva (ATD) e a apresentação dos resultados pelo *software* IRAMUTEQ.

No momento (1) a amostra dos dados foi coletada em dois cenários distintos. A intenção com isso foi compreender a visão dos alunos de graduação e dos professores da Educação Básica sobre os problemas socioambientais atuais a fim de propor, no futuro, estratégias em sala de aula que possam se aproximar das preocupações dos agentes que lidam com o ensino e representam parte do contexto social mais amplo (a exemplo dos alunos de distintos cursos da UFABC, mas que tem interesse na questão socioambiental). A amostra consiste em 27 alunos que participaram da disciplina de *Física do Meio Ambiente* na UFABC e de 16 professores da Educação Básica que participaram do curso de extensão *Educação, Sociedade e Ambiente*, na mesma universidade. Vale ressaltar que a coleta de dados foi realizada no segundo semestre de 2019.

De modo geral, a disciplina foi ministrada durante um quadrimestre com objetivo de discutir as questões ambientais do ponto de vista da Física. A ementa consiste em discutir: A Terra como sistema. A especificidade do sistema Terra. A radiação solar (características e variabilidade). Física da atmosfera (Balanço de fluxos, caracterização e intervenção humana). Física da Hidrosfera. Física da Biosfera. Formação para a sustentabilidade (Educação Ambiental Crítica, Complexa e Reflexiva). Com relação ao curso de extensão, os professores que se inscreveram, participaram de um curso semipresencial durante 30h que teve um caráter teórico e prático. O curso tem como objetivo principal introduzir os professores na reflexão sobre as relações entre educação e meio ambiente, visando o aprofundamento de conceitos, práticas tecnológicas (Podcast) e debates sobre o papel da escola frente aos problemas socioambientais.

Na **Tabela 1** aborda as características dos professores que integraram essa pesquisa: quanto a sua formação e suas respostas quando convidados a responderem à questão “Quais são as principais questões ou problemas ambientais que a escola básica atual deveria abordar nas aulas?”.

Formação	Participantes	Quais são as principais questões ou problemas ambientais que a escola básica atual deveria abordar nas aulas?
Bacharelado em Ciências e Humanidades	P1	Comunidade quilombola
Licenciatura em Geografia	P2	Relação sociedade com a natureza;
Licenciatura em Biologia	P3	Relação sociedade com a natureza; Fontes energéticas; Tipos de poluição; Flora e Fauna urbana; Polinização
Licenciatura em Física	P4	Alagamento e enchentes; Queimadas e desmatamento
Licenciatura em Biologia	P5	Alimentação; Resíduo sólidos, líquidos e gasoso; Consumo e modo de vida
Pedagoga	P6	Alimentação; Lixo
Licenciatura em História	P7	Poluição; Amazonia; Aquecimento Global; Cidadania; agrotóxicos
Licenciatura em Biologia	P8	Desmatamento e desequilíbrio de habitat; Prevenção e controle de doenças; Qualidade de vida e bem-estar
Licenciatura em História	P9	Deslocamento de massa; destruição da camada de ozônio; Aquecimento Global; desmatamento
Pedagoga	P10	Economizar água; Lixo doméstico; Importância de plantar
Licenciatura em Biologia	P11	Lixo e reciclagem; Conservação das espécies; Desmatamento; Consumismo; Consumo consciente da água; Sustentabilidade; Campanha de vacinação
Licenciatura em História	P12	Água; Reciclagem; Aquecimento Global; desmatamento; energia limpa.
Licenciatura em Biologia	P13	Produção de lixo e reciclagem; sustentabilidade; Danos à saúde provocados pelos agrotóxicos e pela poluição; Importância da Vacinação
Licenciatura	P14	preservação da fauna e flora; Saúde populacional; importância da Vacina; Desmatamento; Reciclagem; Descartes (plástico e óleo)
Licenciatura em História	P15	Vida Urbana; preservação ambiental
Licenciatura em Biologia	P16	alagamentos e enchentes; descartes de resíduos; Uso de Agrotóxicos

Tabela 1: respostas dos professores, tomando como referência a questão investigativa.

Na **Tabela 2** é possível observar as informações sobre a formação dos alunos que integraram essa pesquisa, classificados como A1, A2, A3, An e suas respostas.

Formação	Participantes	Quais são as principais questões ou problemas ambientais que a escola básica atual deveria abordar nas aulas?
Licenciatura em Física	A1	Extração e desmatamento; Efeito estufa; Aquecimento Global e Influência humana.
Licenciatura em Física	A2	Influência do ser humano no meio ambiente; Desenvolvimento de novas formas de usos dos recursos naturais.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A3	Influência do ser humano no meio ambiente.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A4	Aquecimento Global.
Licenciatura em Física	A5	Finalidade de recursos naturais; Processo de despoluição e Impactos do desmatamento.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A6	Conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A7	Poluição e Aquecimento global.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A8	Desmatamento e Descarte de resíduos.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A9	Desmatamento; Aquecimento Global; Queimadas e Reciclagem.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A10	Poluição dos rios; Descartes de plásticos; Efeito estufa e Poluição do ar.
Licenciatura em Física	A11	Desmatamento e Poluição do ar.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A12	Efeito estufa; Problema do lixo e preservação do meio ambiente.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A13	interferência humana e Poluição da água.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A14	Aquecimento Global e efeito estufa; Poluição sonora e visual; Buraco na camada de ozônio; Ilha de Calor e Aquecimento dos oceanos.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A15	Descarte de lixo.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A16	Poluição.
Licenciatura em Física	A17	Reciclagem; Limpeza e reestruturação dos rios e Acúmulo de lixo.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A18	Parabens e Poluição da água e ar.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A19	Aquecimento Global e Recursos hídricos.
Engenharia Ambiental	A20	Mudanças climáticas.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A21	Aquecimento Global e Usina Hidrelétrica.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A22	Mudanças climáticas.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A23	Aquecimento Global; Saneamento básico; Poluição da água e ar e resíduos urbanos.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A24	Resíduos urbanos e extrativismo.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A25	Aquecimento Global; Escassez da água; poluição dos solos; Efeito estufa e sustentabilidade.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A26	Produção demasiada e descarte de resíduos.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A27	Descartes de lixo.

Tabela 2: respostas dos alunos, tomando como referência a questão investigativa.

Após a coleta de dados dos principais problemas ambientais apontados, no segundo (2) momento desenvolveu-se um levantamento dos possíveis espaços, no currículo de ciências, para a discussão da questão socioambiental, de acordo com os participantes. O terceiro (3) momento consiste na análise desses dados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES e GALIAZZI, 2007), que considera os significados construídos em um conjunto de textos, tomando-o enquanto um processo de auto-organização de novas compreensões. A partir disso, as palavras identificadas foram colocadas no *software* IRAMUTEQ a fim de visualizar hierarquicamente quais assuntos foram apontados como os mais relevantes para serem tratados em sala de aula.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Como forma de organizar e descrever a análise e discussão, primeiramente, apresenta-se o resultado do momento (2) seguido do momento (3). Desta forma, compreender e identificar os possíveis espaços para a discussão da questão socioambiental no ensino de ciências nos parecem um elemento essencial para

aproximar as reflexões mais atuais da escola real. nota-se que distintas abordagens apresentadas e defendidas nos argumentos dos participantes podem potencializar as ações no contexto da sala de aula. Como por exemplo:

P02 *“Tentar estabelecer a compreensão da complexidade entre as relações da sociedade com a natureza (...)” (Licenciatura em Geografia)*

P16 *“Questões atuais muito presente: uso de agrotóxicos e impactos que provocam a curto e longo prazo nos ecossistemas (...)” (Licenciatura em Biologia)*

A20 *“Questões da mudança climática, por ser uma questão global e atual (...) (graduação em engenharia ambiental)*

A14 *“Aquecimento global e efeito estufa é importantes saber diferenciar os dois (...) (Bacharelado em Ciência e Tecnologia)*

Vale ressaltar que os participantes de ambos os grupos possuem uma formação heterogênea e, talvez por isso, tenha trazido distintas respostas para a mesma questão investigativa. Este é um ponto interessante, visto que as discussões sobre as questões socioambientais devem relacionar problemas locais e globais do cotidiano e incorporar as ideias dos sujeitos e da sociedade em que vivem. Do ponto de vista de García (1998) a EA construída nas aulas de ciências traz algumas limitações quando são tratadas de forma pontual ou fragmenta, gerando uma visão reducionista ou soluções simplistas diante de um problema tão complexo e dinâmico.

Quanto aos conceitos científicos escolares necessários para tratar temas socioambientais em sala de aula, os sujeitos da pesquisa puderam trazer, em seus distintos espaços de atuação e diferentes campos de formação, conteúdos da Ciência para serem trabalhados no contexto escolar. Dos resultados destacam-se conceitos tradicionais, que consistem em teorias, leis ou conteúdos para interpretar ou desenvolver o conhecimento, como por exemplo: *Ciclo da água; Biodiversidade; Alteração de propriedades Físico/químico do solo; Camada de ozônio; Tratamento de água; Temperatura e seus impactos; Ondas eletromagnéticas; Temperatura e sensação térmica; Reflexão e refração; Reação química; Ciclo do carbono; Radiação; Elementos químicos; Gases; Materiais e propriedades; Estudo do ecossistema e Poluição*. E conceitos científicos escolares que se aproximam da sua própria natureza e integra as outras formas de conhecimento (social, cultural, econômico etc), como por exemplo: *Interferência humana; agrotóxicos; Custo do processo e tecnologia; Impactos e eventos climáticos; Interação Fauna-flora; Problemas de saúde; Forma de descartes; mudanças climáticas; sustentabilidade e Consumo de recursos*.

Nesse levantamento foi possível analisar a diversidade dos conceitos que servem de referência para a construção de um conhecimento voltados para a EA. Para Kawamura (2018) trabalhar questões do meio ambiente é preciso buscar conceitos que possam ser úteis para seu estudo, para a autora *“essa não é uma tarefa fácil, já que a Física em geral não lida com a matéria viva. Além disso, é indispensável reservar o sentido comum dado a esses conceitos”* (KAWAMURA, M. R. pag. 01. 2013).

Quanto as questões ambientais que foram abordadas pelos participantes. A **Figura 1** traz os temas que mais se destacam nas falas dos participantes. Vale ressaltar que as nuvens de palavras agrupam os temas socioambientais e os organizam graficamente em função da sua frequência, assim, as palavras visualizadas que tiverem em maior destaque, equivale a porcentagem quanto à frequência média entre si e diferente entre elas.



Figura 1: (da esquerda para a direita) temas abordados pelos alunos da universidade; e temas abordados pelos professores da Educação Básica.

No que se refere aos graduandos, os temas encontrados estão concentrados em aquecimento global e poluição. Já as discussões voltadas para resíduo, lixo e efeito estufa são os temas menos mencionados pelos alunos de graduação. Quanto ao tema abordado pelos professores destaca-se o desmatamento. Embora poluição, reciclagem e aquecimento global foram temas mencionados pelos participantes.

Ainda que essa seja uma reflexão inicial, vale ressaltar que esse trabalho faz parte de uma pesquisa de doutorado e segue com a construção e sugestão de uma proposta de aulas sobre a temática ambiental junto com alguns conceitos científicos escolares levantados nesse primeiro momento da pesquisa. Com a intenção de contribuir para que os alunos do ensino médio reflitam sobre suas ações no meio ambiente para que posicione frente às questões de riscos e polêmicas que envolvem sua vida, tomando como referência os conhecimentos escolares articulados com outras esferas do conhecimento (econômica, cultural, política etc.).

CONCLUSÃO

A análise realizada nesse trabalho trouxe alguns elementos específicos acerca dos importantes temas ambientais, do ponto de vista da universidade e da educação básica. Dos resultados, referentes às colocações dos alunos, observa-se que a maioria está centrada na discussão sobre o aquecimento global e poluição, já a dos professores o desmatamento foi que se destacou. De forma geral, nota-se que os temas que vêm sendo colocados em pauta, em sua grande maioria, são assuntos que necessitam de uma discussão embasada nas esferas do conhecimento social,

político, econômico e educacional. Esse é um fator relevante, pois aborda as questões dos riscos, incertezas, controvérsias que envolvem a sociedade e o posicionamento crítico do sujeito.

De forma geral, no currículo escolar as reflexões socioambientais são discutidas de formas isoladas dentro dos volumes e capítulos, o que nos permite concluir que os currículos ainda necessitam de abordagens mais adequadas para se tratar a questão socioambiental. Essa pesquisa segue discutindo-se a Educação Ambiental defendida nesse trabalho, junto com a necessidade de desenvolver uma proposta de aula para contribuir com a formação mais crítica, complexa e reflexiva.

Referências

- CARVALHO, F.R e WATANABE, G. Identificando os elementos da Complexidade nas produções acadêmicas sobre Educação Ambiental. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, S. 2017
- GARCÍA, J. E. Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares. Espanha: Díada Editora S. L., 1998.
- _____. Educación ambiental, constructivismo y complejidad. Série Fundamental, n21. Espanha: Díada Editora S. L., 2004.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva. Ijuí, Editora Unijuí, 2007.
- MORIN, E. Introdução ao pensamento complexo. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.
- KAWAMURA, M. R. D. Física do Meio Ambiente. Notas de aula do curso de pós-graduação. Instituto de Física. São Paulo: IFUSP, 2013.
- WATANABE, G. Aspectos da complexidade: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo. São Paulo: IFUSP, 2012.

Linha 8

Ciência, Tecnologia,
Sociedade e Ambiente
no ensino de Física

Posters

Relações entre Ciência, Tecnologia,
Sociedade e Ambiente; questões
sociocientíficas e temas controversos.

A formação de professores no viés CTS: mudanças significativas na prática e nas concepções pedagógicas.

Teacher education in high school CTS: changes applied in practice and pedagogical concepts.

Jean Louis Landim Vilela¹, Anderson Claiton Ferraz², Mauro Sérgio Teixeira de Araújo³

¹Universidade Cruzeiro do Sul, vilelalandim@hotmail.com

²Universidade Cruzeiro do Sul, biromau2006@yahoo.com.br

³Universidade Cruzeiro do Sul, mstaraujo@uol.com.br

Resumo

Diversos estudos vêm mostrando que os professores não estão sendo formados e nem recebendo o preparo suficiente que deveriam receber. Novas estratégias, metodologias e mais recursos são disponibilizados para um maior e melhor aperfeiçoamento de sua formação. Devido a vários acontecimentos no mundo (poluição, guerras, desmatamento, aquecimento global) foi necessário repensar o que é Ciência e, por isso, surge o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que pode ser considerado um auxílio para o ensino consciente. Dessa forma surge o questionamento: “Pesquisas e trabalhos envolvendo a formação de professores, no Ensino de Física, estão utilizando o enfoque CTS para auxiliá-los?” Para a construção deste artigo, configurado como Estado da Arte elegeu como Locus de pesquisa o SNEF, dado a sua singularidade para o cenário do Ensino de Física em nosso país. Os procedimentos da pesquisa foram norteados por Fiorentini (1994), no qual foram mapeados quais trabalhos envolviam a formação de professores e o enfoque CTS apresentados nos SNEF de 2013 a 2019. Conclui-se que mais trabalhos envolvendo o enfoque CTS e a formação de professores deveria ser proposta e mudança nas propostas pedagógicas auxiliará na consolidação e ampliação de qualidade do ensino e que essa melhoria deve ser pensada e trabalhada coletivamente além de recriada e incentivada.

Palavras-chave: Ensino de Física. CTS. Formação de professores. SNEF.

Abstract

Several studies have shown that teachers are not being trained and are not receiving enough training that they should receive. New strategies, methodologies and more resources are made available for a greater and better improvement of your training. Due to various events in the world (pollution, wars, deforestation, global warming) it was necessary to rethink what Science is and, therefore, the Science, Technology and Society (CTS) movement arises, which can be considered an aid for conscious teaching. Thus, the question arises: "Research and work involving teacher training in Physics Teaching, are they using the CTS approach to help them?" For the construction of this article, configured as the State of the Art, he chose SNEF as the research locus, given its uniqueness for the Physics Teaching scenario in our country. The research procedures were guided by Fiorentini (1994), which mapped which works involved teacher training and the CTS approach presented in the

SNEFs from 2013 to 2019. It was concluded that more work involving the CTS approach and teacher training it should be proposed and changes in the pedagogical proposals will help in the consolidation and expansion of the quality of teaching and that this improvement should be thought and worked on collectively in addition to recreated and encouraged.

Keywords: Physics teaching. CTS. Teacher training. SNEF.

Introdução

A formação de professores no Brasil tem início no final do século XIX e em meados do século XX onde a preocupação com a formação de professores para o "secundário" nos cursos regulares e específicos passa a ser intensificada. No final dos anos de 1930, a partir da formação de bacharéis nas poucas universidades então existentes, a obtenção da licenciatura nos cursos é dirigida à formação de professores para o "ensino secundário".

Portanto, somente em 1996, após a publicação da Lei n. 9.294/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional são propostas alterações para os cursos de formação de professores, podendo destacar que: "A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior" (BRASIL, 1996, p.85), assim, "somente serão admitidos (na educação básica) professores habilitados em nível superior ou formados por treinamento em serviço" (BRASIL, 1996, p.85).

Essa formação continuada dos professores é um fator relevante e que deve ser apontada como uma das soluções para o desenvolvimento e aprimoramento do ensino nas escolas. Japiassu (1991), explica que:

"o educador que se limita a transmitir um programa de ensino ou que procura adaptar a inteligência do educando aos códigos ou modelos preestabelecidos do saber e não faz de seu ensino um meio de favorecer e desenvolver a reflexão do educando, só é educador por eufemismo" (JAPIASSU, 1991, p. 45).

Além disso, o professor deve estar atento ao grande desafio enfrentado nas salas de aula, chamado tecnologia, em que o aluno é instigado a todo momento com novidades e atualizações. O docente deve também estar atento a sociedade que o cerca, às críticas, aos problemas propostos a cada dia. Szymanski (2001) destaca que a escola tem um papel fundamental na formação do aluno, no seu desenvolvimento pessoal e na sua inserção na sociedade.

Diversos estudos vêm mostrando que os professores não estão sendo formados e nem recebendo o preparo suficiente que deveriam receber. Dentre esses estudos, citamos os trabalhos de Zeichener (1993), Giroux (1997), Libâneo (2003), e vários outros, no qual apontam para a necessidade de mudanças na formação de professores frente aos desafios que se apresentam numa escola que precisa estar em permanente transformação.

Essas dificuldades e problemas enfrentados pelos docentes requerem estratégias e alternativas para um maior aprimoramento das atividades em sala de aula e auxílio à formação inicial e continuada dos professores. Dentre essas alternativas, destaca-se o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que devido a vários acontecimentos no mundo (poluição, guerras, desmatamento, aquecimento global) foi necessário repensar o que é Ciência e, por isso, surge o movimento, que segundo Santos (2007a), foram os agravantes problemas

ambientais do século passado, juntamente com a intensificação das discussões sobre a natureza do conhecimento científico, que deram origem ao movimento.

Diante das considerações acima podemos nos questionar: “Pesquisas e trabalhos envolvendo a formação de professores, no Ensino de Física, estão utilizando o enfoque CTS para auxiliá-los?”.

Portanto, para analisar as tendências, potencialidades e inovações no Ensino de Física, no âmbito formação de professores, foi realizada uma pesquisa do tipo estado da arte, orientada por Fiorentini (1994), relacionando o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), no período de 2013 a 2019, que será apresentado nas próximas sessões do presente artigo.

A presente pesquisa se torna necessária pela importância do SNEF ao apresentar os anseios da comunidade acadêmica quanto à formação de professores de Física que tenham a consciência cidadã por meio do enfoque CTS. Além de debates atuais abordando temas que instigam dúvidas de várias áreas de forma a aprofundar as discussões, ocorrendo dessa forma grande colaboração para estudos e propostas inovadoras.

Formação de professores de Física e a relação entre as questões CTS no ensino.

A abordagem CTS é uma proposta inovadora na qual professores colaboram para que seus alunos possam ter uma alfabetização científica voltada para a cidadania e para o senso crítico na tomada de decisões. Segundo Santos e Mortimer (2002), o fulcro dos currículos com ênfase na abordagem CTS está na tentativa de disponibilizar aos estudantes as representações que lhes possibilitem agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas.

Muitos professores insistem em trabalhar com o currículo tradicional devido à falta de inovação nas aulas de Ciências, encontrando assim um grande obstáculo para esse aprimoramento. Segundo Cachapuz et al (2004, p.378), “[...] o modo como se ensina Ciências tem a ver com o modo como se concebe a Ciência que se ensina [...]”.

Diante dessa realidade Brito *et al* (2008) afirma que:

“A formação que receberam os futuros professores enquanto alunos do ensino básico e superior e o modelo tradicional de ensino a que foram submetidos influenciam e dificultam a realização de propostas curriculares que se aproximem de uma perspectiva CTSA do ensino de ciências e biologia” (BRITO *et al*, 2008, p.145).

Analisando, em especial os professores de Física, percebe-se um ensino voltado para memorização de fórmulas e repetição de exercícios, contribuindo muito pouco na formação desses alunos, indo contra ao que os documentos oficiais propõem. (BRASIL, 1999). Rebelo, Martins e Pedrosa (2008) ressaltam que para que as reformas educativas tenham um reflexo significativo nas escolas e na vida dos alunos, é necessário agir na formação e na capacitação dos professores, criando espaços adequados para tal objetivo.

Metodologia

Na tentativa de analisar a formação de professores de Física nos últimos anos a nível nacional, a pesquisa é do tipo estado da arte e para Ferreira (2002) esses estudos podem ser definidos como uma pesquisa bibliográfica, cujo objetivo é:

“O desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários” (FERREIRA, 2002, p. 258).

Para a construção deste trabalho, configurado como Estado da Arte elegemos como lócus de pesquisa o SNEF, dada a sua singularidade para o cenário do Ensino de Física em nosso país. Por suas singularidades e por sua pertinência ao apresentar pesquisas pautadas na ciência dura e, no ensino deste componente curricular.

O Simpósio ocorre a cada dois anos, em cidades e regiões diferentes do país, os trabalhos são apresentados nas modalidades pôster e comunicação oral. Decidimos que, nossa busca se daria pelos descritores: formação de professores ou formação continuada.

Os procedimentos da pesquisa foram norteados por Fiorentini (1994), no qual relata que “[...] procuram inventariar, sistematizar e avaliar a produção científica numa determinada área de conhecimento” (FIORENTINI, 1994, p.32), “buscando identificar tendências e descrever o estado do conhecimento de uma área ou de um tema de estudo” (FIORENTINI; LORENZATO, 2007, p.103).

A delimitação de tempo da análise (os quatro últimos SNEFS) se deve ao interesse em observar os trabalhos da última década sobre a formação de professores de Física e suas perspectivas em relação a novas metodologias.

Por fim e não menos importante, o tema CTS se mostra necessário, como estratégia de ensino, tanto por meio das revisões de literatura quanto pela necessidade de se pensar o Ensino de Física voltado às questões emergentes da sociedade moderna.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise de dados e suas categorias

Os anos escolhidos para o levantamento de dados foram: 2013 (evento realizado em São Paulo – SP); 2015 (evento realizado em Uberlândia – MG); 2017 (evento realizado em São Carlos – SP) e 2019 (evento realizado em Salvador – BA).

Após esses dados, foram analisadas as regiões do país onde mais trabalhos foram inscritos em cada evento, relacionados a formação de professores, e como estratégia de ensino, os trabalhos apresentados que abordavam o tema CTS em cada estado brasileiro.

Formação de professores:

A pesquisa foi iniciada através da busca de palavras chave, nas páginas dos eventos de 2013 a 2019, no campo trabalhos, utilizando a opção “busca” e num

primeiro momento tendo como foco as palavras: formação de professores ou formação continuada. Os resultados são apresentados na tabela 1:

Tabela 1: número de trabalhos nos últimos SNEFS relacionados a formação de professores.

PALAVRAS CHAVE: FORMAÇÃO DE PROFESSORES OU FORMAÇÃO CONTINUADA			
2013	580 TRABALHOS	SÃO PAULO – SP	81
2015	540 TRABALHOS	UBERLÂNDIA – MG	79
2017	705 TRABALHOS	SÃO CARLOS – SP	69
2019	668 TRABALHOS	SALVADOR – BA	61
TOTAL	2493		290

Fonte: elaborada pelo autor.

Percebe-se que foram encontrados 290 trabalhos relacionados com a formação de professores, todos relacionados ao Ensino de Física, o que representa cerca de 11,63% do total de trabalhos apresentados nos últimos quatro eventos. Um percentual muito baixo, ao se tratar de um evento, onde o objetivo é o Ensino, a formação de professores deveria ser uma preocupação maior.

Após a análise referente a formação de professores, o próximo passo foi procurar, nos mesmos eventos, os trabalhos, entre comunicação oral e pôster, pelas palavras chave, que abordassem os temas CTS – Ciência, tecnologia e sociedade ou CTSA – Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, no qual se trata como estratégia de ensino para a formação dos professores. A tabela 2 representa o número de trabalhos encontrados nos respectivos eventos.

Tabela 2: número de trabalhos nos últimos SNEFS relacionados CTS ou CTSA.

PALAVRAS CHAVE: CTS ou CTSA			
2013	580 TRABALHOS	SÃO PAULO – SP	21
2015	540 TRABALHOS	UBERLÂNDIA – MG	34
2017	705 TRABALHOS	SÃO CARLOS – SP	28
2019	668 TRABALHOS	SALVADOR – BA	15
TOTAL	2493		98

Fonte: elaborada pelo autor.

A última análise dos trabalhos foi relacionar formação de professores com o enfoque CTS nos quatro eventos. Ao fazer a análise dos dados, chama-se a atenção pelo pequeno número de trabalhos apresentados, o que representa apenas 0,28 % do total de trabalhos dos quatro eventos.

Tabela 3: número de trabalhos nos últimos SNEFS relacionados a formação de professores e a metodologia de ensino CTS ou CTSA.

2013	580 TRABALHOS	SÃO PAULO – SP	2
2015	540 TRABALHOS	UBERLÂNDIA – MG	1
2017	705 TRABALHOS	SÃO CARLOS – SP	3
2019	668 TRABALHOS	SALVADOR – BA	1
TOTAL	2493		7

Fonte: elaborada pelo autor.

Após o levantamento dos dados, as análises foram categorizadas em focos e subfocos, de acordo com Fiorentini (2002). Para Fiorentini (2002) as formas de organização ou categorização dos trabalhos podem ser feitas pelo referencial teórico, pela metodologia da pesquisa, pelos objetivos de investigação ou pelos paradigmas epistemológicos. O presente trabalho foi utilizado focos de objetivos de investigação, Fiorentini e Lorenzato (2006, p.91) afirmam: “Uma vez definida a

questão/pergunta de investigação, os objetivos da pesquisa podem ser, então, formulados ou revistos, caso já tenham sido inicialmente estabelecidos”.

Analisando as tendências e potencialidades da produção mapeada, com o foco CTS e o subfoco formação de professores, foram encontrados trabalhos, num total de sete, apresentados nos SNEF de 2013, 2015, 2017 e 2019.

Tabela 4: Distribuição dos trabalhos por focos temáticos.

Foco Temático	Trabalhos com enfoque CTS/CTSA	Subfoco	Número de trabalhos envolvendo CTS/CTSA e formação de professores
CTS/CTSA	98	Formação de professores.	07

Fonte: do autor.

Os primeiros trabalhos mapeados, Vianna (2013) e Bernardo (2013), destacam Propostas de temas para o Ensino de Física com abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e Batista *et al.* (2013) realizaram um levantamento sobre as concepções de Alfabetização Científica com abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no ensino de Ciências em uma amostra de Professores Coordenadores dos Núcleos Pedagógicos das Diretorias de Ensino Regionais do estado de São Paulo.

O terceiro trabalho mapeado, Silva *et al.* (2015) retrata a rotina pedagógica dos professores de Física e de Ciências em escolas parceiras do PIBID/Física/UFRN e perspectivas para ações do programa. Foi discutido um levantamento de dados junto a professores de quatro escolas e como resultado destaca-se a compatibilidade da formação inicial dos professores de ciências com o ensino de sua disciplina; a formação pós-graduada de 56,3% do grupo; mais da metade dos participantes associam a importância de sua disciplina à compreensão do cotidiano ou a dimensões pertinentes à ênfase CTSA.

Para o trabalho de Albuquerque *et al.* (2017) foi proposta Oficinas sobre energias renováveis com enfoque CTSA: uma proposta para a formação de professores de séries iniciais, no qual consiste em analisar as contribuições de uma oficina temática sobre energias renováveis para a formação de alunos do curso de Pedagogia do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica da Universidade do Estado do Pará.

O quinto trabalho de Junior (2017), com o título CTSA e a formação de professores de Física – um estudo de caso, teve como objetivos, identificar as concepções acerca das relações sociedade-tecnologia-ambiente e analisar como tais concepções se aplicariam em uma aula. No sexto trabalho, Preta (2017) e Lopes (2017) procuram entender quais são as dificuldades de reinventar o currículo a partir de ideias do movimento CTSA por meio de questões sociocientíficas, analisando uma atividade do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) realizada em uma escola estadual de educação básica.

E o último trabalho de Gonçalves *et al.* (2019) relata sobre a Aplicação de uma sequência didática com o tema “viagem a Marte”, no qual o objetivo é divulgar os resultados obtidos a partir da utilização de metodologias ativas e novas tecnologias educacionais na transmissão de conceitos físicos.

Ao final da análise dos trabalhos com o foco CTS acompanhado do subfoco formação de professores percebe-se que a continuidade das pesquisas é de

extrema importância. Vieira (2003) mostra que um processo formativo de professores com enfoque CTS pode contribuir para melhor compreensão da ciência e da tecnologia em seu contexto social, possibilitando a construção de atitudes e valores para um agir no mundo e uma ação docente em uma visão mais responsável, cidadã e democrática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos trabalhos nos faz refletir sobre a formação de professores no Brasil, principalmente a formação inicial, onde muitas vezes o docente necessita de experiência para desenvolver suas atividades e com o investimento em sua formação terá recursos para realizar um trabalho eficiente e sólido.

Em relação ao foco CTS deve-se acreditar que o professor que possui uma maior cultura científica está apto para ajudar seus alunos a desenvolverem uma alfabetização científica sólida e eficaz, com práticas pedagógicas que irá ajudar os discentes na tomada de decisões e conseqüentemente fazer com que esses cidadãos possam contribuir para o ambiente que vivem.

Os subfocos demonstraram que a relação CTS e Física pode ser desenvolvida de várias maneiras e nesse sentido ocorrerá um ganho considerável no desenvolvimento das atividades e maior desenvolvimento e interesse dos alunos durante as aulas.

A formação de professores que trabalham com o Ensino de Física ainda necessita de adequações e percebe-se que o tradicionalismo ainda supera o viés CTS, diante dessa realidade, podemos concluir a necessidade de mudanças, debates e sugestões para uma maior e melhor adequação na formação desses docentes, proporcionando mudanças significativas na prática e nas concepções pedagógicas.

De modo geral, percebe-se que a necessidade de melhoria e desenvolvimento ainda é grande para a consolidação e ampliação de qualidade do ensino e que essa melhoria deve ser pensada e trabalhada coletivamente além de recriada e incentivada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio**. Brasília, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação a Distância. **Universidade Aberta do Brasil**. Brasília. 2007. Disponível em: <http://www.uab.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

BRITO, L.D., SOUZA, M.L.; FREITAS, D. Formação Inicial de Professores de Ciências e Biologia: a visão da natureza do conhecimento científico e a relação CTS. **Rev. Interações**, 2008. Disponível em: <http://nonio.eses.pt/interaccoes/artigos/17.pdf>. Acesso: 01 dez. 2019.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência e Educação**. v.10, n.3, p.363-381, 2004.

FERREIRA, N. S. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, 79, 257-272.2002. Recuperado a partir de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010173302002000300013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 2 ed. Campinas: Autores Associados, 2007.

GIROUX, H. A. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 1997.

JAPIASSU, H. **Nascimento e morte das ciências humanas**. 6. ed. São Paulo: Francisco Alves, 1991.

LIBÂNEO, J. C. e outros. **Educação escolar: políticas, estrutura e organização (Docência em Formação)**. São Paulo: Cortez, 2003.

REBELO, I. S.; MARTINS, I. P.; PEDROSA, E. M. Formação contínua de professores para uma orientação CTS do Ensino de Química: um estudo de caso. **Química Nova na Escola**, v.27, n.27, 2008, p.30 – 33.

SANTOS, W. L. P.. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino (UNICAMP. Impresso)**, v. 1, p. 1-12, 2007a.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S no contexto da educação brasileira. **Rev. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, p.1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, 14(2), p.191-218, 2009.

SZYMANSKI, H. **A relação família-escola: desafios e perspectivas**. Brasília: Plano, 2001.

VIEIRA, R. M. **Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC**. Tese de Doutorado em Didática-Universidade de Aveiro, Portugal. 2003.

ZEICHENER, K. M. “El maestro como profesional reflexivo”. **Cuadernos de Pedagogía**, Madrid, n.220, p.44-49, 1993.

MAPEAMENTO DE TESES E DISSERTAÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL RELACIONADAS AO ENSINO DE FÍSICA

MAPPING OF ENVIRONMENTAL EDUCATION THESES AND DISSERTATIONS RELATED TO THE TEACHING OF PHYSICS

Natália Carolina Ribeiro de Oliveira¹, Danielle Aparecida dos Reis Leite²

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro, natalia.oliveira.uftm@gmail.com

²Universidade Federal do Triângulo Mineiro, danielle.reis@uftm.edu.br

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados parciais de uma pesquisa de Iniciação Científica do tipo “Estado da Arte” que se encontra em desenvolvimento. Um dos objetivos específicos desta investigação, e que será explorado neste texto, é o de caracterizar e mapear as pesquisas acadêmicas em Educação Ambiental (EA) relacionadas ao ensino de Física. O *corpus* documental, composto por 18 dissertações de mestrado e duas teses de doutorado, foi definido através do banco de dados do “Projeto EArte” que, atualmente, reúne 4520 teses e dissertações de EA, produzidas no Brasil no período de 1981 a 2016. Constatamos que a primeira pesquisa de EA que estabelece relações com o ensino de Física da Educação Básica foi publicada em 2001 e que a distribuição temporal destes trabalhos variou pouco a partir de então. Mais de 70% desses trabalhos são provenientes de Instituições de Ensino Superior Públicas, localizadas principalmente na região sudeste do país. Sobre as linhas de pesquisa, averiguamos que os 20 trabalhos se distribuem entre 15 áreas de concentração, das quais destacamos dois focos principais: Educação e Ensino de Ciências. Na continuidade desta investigação, realizaremos a leitura e análise dos textos completos, através dos procedimentos propostos pela Análise de Conteúdo. Neste momento, esperamos identificar e analisar as relações entre a EA e o ensino de Física estabelecidas por essas pesquisas, além de discutir as possibilidades apresentadas nesses trabalhos para a construção de práticas educativas de Educação Ambiental articuladas ao ensino de Física na Educação Básica.

Palavras-chave: Ensino de Física; Educação Ambiental; Teses e Dissertações.

Abstract

This work presents the partial results of a research of Scientific Initiation of the type "State of the Art" that is in the development phase. One of the specific objectives of this investigation and which will be explored in this text is to characterize and map academic research in Environmental Education (EE) that establish relationships between EE and the teaching of Physics in Basic Education. The documentary *corpus*, composed of 18 master's dissertations and two doctoral theses, was defined through the “Projeto EArte” database, which currently brings together 4520 theses and dissertations in EA, produced in Brazil in the period from 1981 to 2016. We found that the first EE research that establishes relationships with the teaching of Basic Education Physics was published in 2001 and that the temporal distribution of these works has

changed little since then. More than 70% of these works come from Public Higher Education Institutions, located mainly in the southeastern region of the country. On the lines of research, we found out that the 20 works are distributed among 15 areas of concentration, of which we highlight two main focuses: Education and Science Teaching. After the set of theses and dissertations, in the continuity of this research we will carry out the reading and analysis of the complete texts, through the procedures proposed by the Content Analysis. At this point, we hope to identify and analyze the relationships between EE and the teaching of Physics established by these researches, in addition to discussing the possibilities presented by the EE research field for the construction of educational practices in Environmental Education linked to the teaching of Physics in Basic Education.

Keywords: Physics Teaching; Environmental Education; Theses and Dissertations.

Introdução

A problemática ambiental tem se tornado cada vez mais significativa na sociedade atual. Essa ascensão implica na produção de pesquisas em diversas áreas do conhecimento, incluindo o campo da Educação. Neste meio, é notável a mobilização para a construção de investigações vinculadas à temática ambiental, sendo que uma parte significativa dessa produção busca contribuir ao apresentar algumas possibilidades para o enfrentamento dos problemas ambientais.

Por ser um espaço que pode viabilizar formação de cidadãos críticos e reflexivos, os pesquisadores da referida área consideram que a inserção da temática ambiental ainda na Educação Básica (EB) é imprescindível. As autoras Zuin, Farias e Freitas (2009, p. 553), por exemplo, compreendem que a Educação Ambiental (EA) “[...] deve abranger todos os níveis da educação escolar”, através de “[...] um enfoque global e fundamentado numa ampla base interdisciplinar, a partir da qual se reconhece existir uma profunda interdependência entre fatores ecológicos, sociais econômicos e culturais”.

De forma particular, assim como Leite (2019), compreendemos que a abordagem de temas ambientais nas práticas educativas deve ocorrer em diferentes disciplinas que compõem o currículo da EB. Além disso, concordamos com o posicionamento da autora ao enfatizar que a temática ambiental pode propiciar a aproximação entre essas disciplinas, o que privilegia a integração curricular. A Física, por exemplo, tem muito a contribuir para a abordagem educativa dos temas ambientais “[...] tendo em vista que esta oferece subsídios para a compreensão de vários aspectos da complexidade associada a este tema” (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015, p. 2).

No entanto, ainda é comum nos depararmos com dificuldades para a articulação entre a EA e a temática ambiental ao ensino de Física. Leite (2019) compreende que esta dificuldade pode estar associada com a própria visão de mundo desenvolvida ao longo dos séculos que, através de uma concepção fragmentada e compartimentalizada, designa às áreas específicas a abordagem de temáticas consideradas a elas compatíveis.

Compreendemos que a dificuldade de aproximação entre essas duas áreas prejudica o desenvolvimento de ações de EA pela disciplina de Física na EB e, por

isso, enfatizamos a necessidade de promover ações a fim de superar essa limitação e de viabilizar a aproximação entre essas duas áreas. De maneira específica, ressaltamos a importância do desenvolvimento de pesquisas que procurem evidenciar as possibilidades para articular a EA ao Ensino de Física.

Para tanto, avaliamos as possibilidades oferecidas por uma pesquisa de natureza bibliográfica que possibilite analisar o que os pesquisadores da área têm produzido acerca da relação entre a EA e o Ensino de Física. Ao sistematizar e valorizar o conhecimento já produzido no Brasil sobre a referida relação, contribuiremos para que estes desafios sejam superados, já que será possível indicar alguns caminhos concretos para a inserção da EA no ambiente escolar através de uma abordagem integral e sistêmica. De maneira específica, optamos por realizar um estudo a partir de teses e dissertações brasileiras de EA reunidas no banco de dados do Projeto EArte (Estado da Arte da Pesquisa em Educação Ambiental no Brasil)¹.

Com isso, neste trabalho, objetivamos caracterizar e mapear as pesquisas acadêmicas em Educação Ambiental relacionadas ao ensino de Física quanto: às instituições, à distribuição geográfica, aos programas de pós-graduação envolvidos e ao ano de defesa e outras informações relevantes para este estudo.

Delineamento metodológico

Esta é uma pesquisa de natureza documental, caracterizada como um estudo do tipo “estado da arte” (FERREIRA, 2002). O *corpus* documental foi definido a partir do banco de dados do “Projeto EArte” que, atualmente, reúne 4520 teses e dissertações de EA.

Para tanto, no campo de busca da plataforma, digitamos a palavra “física” e obtivemos 206 trabalhos como resultado. Em um primeiro momento, realizamos a análise criteriosa dos títulos, resumo e palavras-chave desses trabalhos a fim de selecionar aqueles que apresentassem relações entre a EA e o EF. Além disso, levando em consideração as justificativas dessa pesquisa, esses trabalhos deveriam abranger o contexto educacional escolar a nível da Educação Básica.

Nesta etapa, as pesquisas foram classificadas em três agrupamentos: 16 trabalhos que estabeleciam aproximações evidentes entre a EA e o EF; 84 investigações que deixaram dúvidas quanto ao estabelecimento de tais relações entre as áreas e 106 pesquisas que foram excluídas por não construírem tal articulação. Posteriormente, realizamos a análise dos textos completos agrupados nas “certezas” e “dúvidas” e selecionamos 20 trabalhos (18 dissertações e 2 teses) para o *corpus* documental. O Quadro 1 apresenta as principais informações destas pesquisas.

Posteriormente, a fim de alcançar ao objetivo deste trabalho, foram sistematizados os principais dados das 20 pesquisas: ano de defesa; Grau de titulação; Universidade; Categoria da Universidade (Pública/Privada); Cidade e Estado da instituição de proveniência do trabalho e Programa de Pós-Graduação envolvidos e informações do contexto educacional, área curricular e tema de estudo dos trabalhos analisados.

¹ Banco construído em um projeto de natureza interinstitucional que objetiva mapear a produção das dissertações e teses brasileiras de EA defendidas no Brasil no período de 1981 a 2016. Para mais informações acessar: <http://earte.net/?page=home>.

Quadro 1: Informações acerca do *corpus* documental tais quais: código, título, autor e ano de defesa.

Código	Título	Autor	Ano de defesa
D01	A experiência com um projeto de Educação Ambiental nas aulas de física do 3º ano do Ensino Médio	SILVA, R. R.	2015
D02	A Física na Educação Ambiental: a questão do efeito estufa	SANTOS, L. C. A.	2003
D03	A Temática Ambiental e o Ensino de Física na escola média: a produção de energia elétrica em larga escala como um tema controverso	SILVA, L. F.	2001
D04	Análise das contribuições do educar pela pesquisa no estudo das fontes de energia	PRESTES, R. F.	2008
D05	Análise dos desafios para o desenvolvimento sustentável no Brasil: um estudo de caso	SANTOS, F. A.	2015
D06	Educação Científica e Física Ambiental: uma análise das percepções dos alunos da EJA em campanhas ambientais no estado de Mato Grosso	LIMA, E. A.	2011
D07	Educar pela pesquisa como princípio educativo no ensino médio: uma proposta de Educação Ambiental sob enfoque CTSA	SILVA, P. A. V. B.	2011
D08	Energia e Sustentabilidade no Ensino de Física: leituras da matriz energética brasileira	RAMOS, F. A.	2011
D09	Energia Solar como temática ambiental para as aulas de física	GONÇALVES, K. M. P.	2013
D10	Elementos para uma abordagem temática: a questão das águas e sua complexidade	WATANBE, G.	2008
D11	Estratégias de Ensino e Interações em aulas de Física e Química no Ensino Médio com foco na Educação Ambiental	UHMANN, R. I. M.	2011
D12	Física Ambiental e Teoria da Complexidade: Possibilidades de ensino na educação básica	JORGE NETO, M.	2008
D13	O ensino através da pesquisa: uma proposta prática em base multidisciplinar	COSTA, S. M.	2013
D14	O ensino de física das radiações: contribuições da educação ambiental	PRESTES, M.	2008
D15	O uso da abordagem CTSA no Ensino de Energia tendo o desenvolvimento sustentável como eixo temático	LIMA NETO, J. A.	2012
D16	Petróleo e a Física: uma visão contextualizada para o Ensino Médio	PAIVA, R. U. P.	2012
D17	Poluição Nuclear: A Inserção da Educação Ambiental no Ensino Médio na Perspectiva Globalizante Via Enfoque CTS	SOUZA, M. A.	2005
D18	Uma abordagem alternativa para o ensino da Física: consumo racional de energia	SCORSATTO, M. C.	2010
T01	Aspectos da complexidade: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental	CARAMELLO, G. W.	2012
T02	Leitura, argumentação e ensino de física: análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula	ASSIS, A.	2005

Fonte: das autoras.

Mapeamento das teses e dissertações de EA relacionadas ao Ensino de Física na Educação Básica

O gráfico sistematizado pela Figura 1 apresenta o número de trabalhos defendidos e publicados entre 2001 e 2015.

Figura 1: Gráfico que apresenta o ano de defesa das teses e dissertações de Educação Ambiental que estabelecem relações com o Ensino de Física.



Fonte: das autoras.

Com base nessas informações, notamos que a primeira pesquisa de EA que se relaciona ao ensino de Física foi publicada apenas em 2001, apesar de o Banco EArte reunir trabalhos publicados desde 1981. Inferimos que a publicação da Lei 9795/99 (que institui a Política Nacional de Educação Ambiental) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), ambos de 1999, podem ter incentivado os pesquisadores do campo da EA a construir interfaces com o EF. Enquanto que os PCN apresentaram o “meio ambiente” como um tema transversal que deveria ser incorporado a todas as disciplinas que compõem os currículos da Educação Básica Brasileira (o que inclui a disciplina de Física) (BRASIL, 1999a), a Lei 9795/99 determinou que a EA deveria ser incorporada em todas as disciplinas de todos os níveis de ensino (BRASIL, 1999b).

É notável, também, que a partir de 2008 há uma concentração relativamente maior de trabalhos publicados quando comparados aos anos anteriores. Uma possível justificativa, é a estreia no ano de 2006 do documentário “Uma verdade inconveniente”, que buscou conscientizar os espectadores acerca do aquecimento global, que é uma das principais problemáticas ambientais da atualidade (COSTA, 2016). O longa pode ter gerado impacto em pesquisadores de diversas áreas para que, por meio da Educação, pudessem ser desenvolvidas propostas para o enfrentamento dos problemas ambientais ora apresentados.

De volta ao panorama geral, o *corpus* documental é constituído por 18 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado. A desproporção entre o número de teses e dissertações é um resultado comumente observado em pesquisas dessa natureza. Fracalanza et al. (2005), por exemplo, destacam a pequena parcela de teses em EA produzidas no Brasil, o que pode estar associado, segundo os autores supracitados, com a discrepância entre o número de cursos de mestrado em relação aos de doutorado.

Em relação à natureza administrativa das instituições de origem dessas pesquisas, constatamos que ambas teses de doutorado são provenientes de instituições públicas de ensino. Em contrapartida, 5 dissertações são oriundas de instituições privadas e 13 de instituições públicas. Do total de 20 trabalhos, 35% foram desenvolvidos em instituições estaduais, 35% em federais, 5% em regionais e 25% em privadas.

Para uma melhor visualização e entendimento da natureza administrativa das instituições de Ensino Superior das quais são provenientes as teses e dissertações selecionadas, elaboramos o Quadro 02.

Quadro 02: Classificação do *corpus* documental de acordo com a natureza administrativa

NATUREZA ADMINISTRATIVA	INSTITUIÇÃO	ESTADO	Nº DE TRABALHOS	TOTAL
ESTADUAL	Universidade de São Paulo (USP)	SP	4	7
	Universidade Estadual Paulista (UNESP)	SP	2	
	Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)	PB	1	
FEDERAL	Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)	MT	2	7
	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	RJ	1	
	Universidade Federal do ABC (UFABC)	SP	1	
	Universidade Federal do Rio Grande (FURG/UFRG)	RS	1	
	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	SC	1	
	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	RN	1	
REGIONAL	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI)	RS	1	1
PRIVADA	Pontifícia Universidade Católica (PUC)	RS e MG	2	5
	Centro Universitário Plínio Leite (UNIPLI)	RJ	1	
	Universidade Cruzeiro do Sul (UicSul)	SP	1	
	Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES)	RS	1	

Fonte: das autoras.

Em relação aos dados geográficos, observamos que 16 trabalhos são oriundos de instituições presentes nas regiões sudeste e sul do Brasil, 2 são de instituições advindas da região nordeste e 2 de universidades localizadas na região centro-oeste. Constatamos, ainda, que em 15 anos, somente 8, dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal, possuem instituições que publicaram teses e dissertações de Educação Ambiental que investigam as relações desta área com o Ensino de Física na Educação Básica. Para justificar esta desproporcionalidade que também é frequentemente averiguada em outras pesquisas dessa natureza, Leite e Silva (2019) afirmam que a maior concentração de pesquisas de EA nas regiões Sul e Sudeste “é decorrente dos programas de pós-graduação desta área estarem concentrados principalmente nessas regiões brasileiras” (LEITE; SILVA, 2019, p. 4).

Outra informação importante para a caracterização dessas teses e dissertações são os programas de pós-graduação onde estes trabalhos foram produzidos. Averiguamos que os 20 trabalhos se distribuem entre 15 áreas de concentração, das quais destacamos dois focos principais: Educação e Ensino de Ciências, o que é natural já que é um dado consonante ao objetivo desta investigação.

Para além das análises construídas neste tópico, outros dados que permitem melhor caracterização do *corpus* documental são três descritores estabelecidos pelo Projeto EArte, que se referem ao contexto educacional ao qual o trabalho se articula, a área curricular da pesquisa e o tema de estudo (temática ou assunto objeto de estudo na pesquisa).

Sobre o contexto educacional, 18 pesquisas constroem uma relação direta com contexto escolar, nas seguintes modalidades: 69% Ensino Médio (D01; D03; D04; D05; D07; D09; D10; D11; D13; D14; D16; D17; D18), 13% Educação de Jovens e Adultos (EJA) (D06, T02), 6% Ensino Médio e Educação Superior (D02), 6% Ensino Médio e Ensino Fundamental (D12), 6% Educação Profissional e Tecnológica (D15). Enquanto isso, dois trabalhos (D08 e T01) realizam uma abordagem genérica do contexto escolar, ou seja, lidam com o fenômeno educativo sem fazer referência específica a qualquer espaço ou nível educacional.

Quanto à área curricular, todas as pesquisas têm como foco principal a Física, no entanto 2 (D11 e D13) se relacionam, também, com a Química e uma (D17) com a Química, a Geografia e a Biologia, aproximando-se de uma abordagem multidisciplinar.

Por fim, os dados referentes ao tema de estudo constam no Quadro 03.

Quadro 03: Classificação do *corpus* documental de acordo com o Tema de Estudo.

Tema de estudo	Descrição	Trabalhos
Processos e Métodos de Ensino e Aprendizagem	Pesquisas que desenvolvem estudos acerca da avaliação ou aplicação de processos, métodos, estratégias e técnicas no processo de ensino-aprendizagem em EA	D01; D03; D04; D05; D07; D08; D09; D10; D11; D13; D14; D15; D18;
Recursos Didáticos	Trabalhos que analisam, propõem e/ou aplicam e avaliam novos materiais didáticos que se relacionam com a EA	D16; D17; T02
Concepções, Representações e Processos Cognitivos do Aprendiz em EA	Pesquisas que identificam as concepções de alunos acerca de aspectos relacionados com a temática ambiental ou que avaliam a evolução conceitual de estudantes que participaram de práticas de EA	D02; D06
Trabalho e Formação de Professores	Estudos voltados para a formação continuada dos professores para atuarem em EA	D12
Fundamentos em EA	Estudos e discussões sobre fundamentos filosóficos, epistemológicos, metodológicos ou históricos em EA ou para o tratamento das questões ambientais	T01

Fonte: das autoras.

Algumas Considerações

Os dados sistematizados nesta pesquisa até o momento apresentam informações relevantes quanto à caracterização das teses e dissertações de EA que constroem relações com o ensino de Física na Educação Básica.

Apesar de o Banco EArte agrupar pesquisas em EA publicadas desde o ano de 1981, somente após 20 anos foram produzidas as primeiras pesquisas em EA articuladas ao campo do Ensino de Física da Educação Básica. Este dado indica que as pesquisas de EA relacionadas ao ensino de Física são recentes e emergentes, o que apresenta a necessidade de que sejam realizadas novas pesquisas que contribuam para a consolidação desta interface.

Além disso, os dados desta investigação nos permitem ressaltar a contribuição das universidades públicas para a realização de pesquisas no Brasil que auxiliam o desenvolvimento social do nosso país. De maneira específica, destacamos as contribuições das pesquisas analisadas para a Educação Básica brasileira, uma vez que esses trabalhos propõem alternativas para o aperfeiçoamento do ensino de

Física desse nível de ensino ao apresentarem propostas para ensinar Física através da Educação Ambiental.

Dando continuidade a esta pesquisa e buscando confirmar ou refutar as primeiras impressões obtidas com a análise dos resumos, o próximo passo consiste na leitura e análise minuciosa dos trabalhos completos, buscando identificar e analisar as relações entre a EA e o ensino de Física estabelecidas por essas pesquisas, além de discutir as possibilidades apresentadas pelo campo de pesquisa em EA para a construção de práticas educativas de Educação Ambiental articuladas ao ensino de Física na Educação Básica.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1999a. Disponível em: <https://bit.ly/2vfkzue>. Acesso em: jan. 2020.

_____. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1999B. Disponível em: <https://bit.ly/2GYetpC>. Acesso em: jan. 2020.

COSTA, A. P. A. Gore Jr., A. A. Uma verdade inconveniente - O que você precisa Saber (e fazer) sobre o aquecimento global. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 1, p.303-305, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>. Acesso em: jan. 2020.

EARTE - Projeto “**Educação Ambiental no Brasil – produção acadêmica – teses e dissertações**”. 2019. Disponível em: <http://www.earte.net>. Acesso em: jan. de 2020.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, ano XXIII, n. 79, p. 257-272, 2002. Disponível em: <https://bit.ly/1NlhRNC>. Acesso em: jan. de 2020.

FRACALANZA, H. As pesquisas sobre Educação Ambiental no Brasil e as escolas: alguns comentários preliminares. In: TAGLIEBER, J.E. e GUERRA, A.F.S. (orgs.) **Pesquisa em Educação Ambiental: pensamentos e reflexões de pesquisadores em Educação Ambiental**. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2005, p. 55-77. Disponível em: <https://bit.ly/2T09UCv>. Acesso em: jan. de 2020.

LEITE, D. A. R. **A temática ambiental na formação inicial de professores: análise de cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior localizadas no estado de São Paulo**. 2019. 266 f. Tese (Doutorado em Educação) -Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2WraBZY>. Acesso em maio de 2019.

REIS, D. A.; SILVA, D. S. Relações entre a Educação Ambiental e o enfoque CTS: análise de dissertações e teses. In: XII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal. **Anais do XII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Natal: Abrapec, 2019.

REIS, D. A.; SILVA, L. F.; FIGUEIREDO, N. As complexidades inerentes ao tema mudanças climáticas: desafios e perspectivas para o Ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p.535-554, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2OLSihv>. Acesso em maio de 2019.

ZUIN, V. G.; FARIAS, C. R.; FREITAS, D. A ambientalização curricular na formação inicial de professores de Química: considerações sobre uma experiência brasileira. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v.8, n. 2, p. 552-570, 2009. Disponível em: <https://bit.ly/2oZvBF4>. Acesso em jan. de 2020.

ENSINO DE FÍSICA E ABORDAGEM TEMÁTICA: RELAÇÕES ENTRE A FÍSICA E O TRANSPORTE DE ALIMENTOS

PHYSICS TEACHING AND THEMATICS APPROACH: RELATIONS BETWEEN THE PHYSICS AND THE FOOD TRANSPORTATION

***Gabriel Lisboa de Melo¹, Rafael Silva Oliveira Duarte², Brenda Braga Pereira³, Luciano Fernandes Silva⁴**

¹Universidade Federal de Itajubá, gabrielmelo@unifei.edu.br

²Universidade Federal de Itajubá, rafaelsod@gmail.com

³Escola Estadual Presidente Wenceslau, brendabragapereira@gmail.com

⁴Universidade Federal de Itajubá, lufesilva@unifei.edu.br

Resumo

Esta é uma pesquisa qualitativa que teve por objetivo investigar as considerações e relações tecidas por estudantes do ensino médio acerca do tema Transporte de Alimentos e conceitos de Física. O trabalho foi elaborado por dois alunos do curso de Licenciatura em Física e uma professora de Física que atua em uma escola pública do estado de Minas Gerais. O trabalho investigativo se deu a partir da execução de um projeto temático. Foram realizadas 8 aulas de 50 min cada. Nessas aulas foram aplicados questionários abertos e semiabertos, dos quais foram extraídos e agrupados excertos que pudessem explicitar as ideias dos estudantes sobre esse tema e suas relações com conceitos de Física. Foi possível constatar que os estudantes realizaram conexões entre o tema proposto e a Física, embora superficialmente. Identificou-se relações entre o tamanho do Brasil e a necessidade de transportar alimentos, sobretudo, devido a centralização da produção em determinadas regiões. Parte dos alunos discorreram sobre os problemas relacionados ao transporte de alimentos como, por exemplo, possíveis implicações ambientais decorrentes da emissão de gases poluentes.

Palavras-chave: Ensino de Física; Educação CTSA; Abordagem Temática;

Abstract

This is a qualitative research that aimed to investigate the considerations and relationships made by high school students on the theme of Food Transport and Physics concepts. This work was elaborate by two undergraduate students of Physics Teaching course and a high school teacher at a public school in Minas Gerais state. The investigative work took place from the execution of a thematic project Eight classes of 50 min each were held. In these classes, open and semi-open questionnaires were applied, from which excerpts were extracted and grouped that could explain the students' ideas on this theme and its relations with concepts of Physics. It was possible to verify that the students made connections between the proposed theme and Physics, albeit superficially. Relations between the Brazil size and transport food importance were identified, including the food-producing centralization in some

regions. Part of students' discourse about food transport problems, for example, environmental issues caused by pollutant's gases emission.

Keywords: Physics Teaching; STSE Education; Thematic approach.

Introdução

A organização de práticas pedagógicas a partir de temas tem se apresentado como um interessante caminho quando se pensa em possibilidades de relacionar conteúdos específicos de ciências e o contexto que envolve diferentes problemas, especialmente aqueles ligados as questões socioambientais. Dentre as possibilidades compreendidas por essa forma de organização, destacamos as considerações de Hunsche e Delizoicov (2011). Os autores têm como referência o enfoque CTS/CTSA e a perspectiva freiriana, no que tange a organização de práticas pedagógicas a partir de temas, e apontam para a possibilidade de promover uma formação mais crítica e problematizadora, por meio da discussão de questões do cotidiano dos estudantes.

Nessa perspectiva, a delimitação do tema se dá a partir de processos investigativos, orientados por quatro etapas: a) levantamento, b) escolha de situações e codificações, c) diálogos decodificadores e d) redução temática (GOBARA et al., 1992). Considerando as adversidades enfrentadas, sobretudo pelos docentes do ciclo básico de ensino, Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) sugerem a abordagem de temas mais globais e escolhidos pelo professor(a), processo, possivelmente, melhor exequível. Já Halmenschlanger e Delizoicov (2017), acentuam a importância de repensar os currículos das disciplinas e romper os paradigmas estabelecidos para a inserção de abordagens temáticas. Tal processo de ruptura constitui-se em um grande desafio, o qual pode ser suplantado a partir da elaboração de projetos temáticos (PEREIRA et al, 2019).

Na literatura, já é possível encontrar propostas com o objetivo de analisar aplicações envolvendo abordagem de temas nas aulas de Física (SOLINO e GEHLEN, 2015; PEREIRA et al, 2019), bem como propostas desse tipo de abordagem, ligadas a conteúdos socioambientais (OLIVEIRA e LANGHI, 2011; WATANABE-CARAMELO e STRIEDER, 2012). É importante denotar que tanto as propostas, quanto aplicações de trabalhos dessa natureza, apresentam-se relevantes para área educacional, inclusive para um ensino de Física mais contextualizado e significativo. Os desafios relacionados a seleção do tema, nível de contextualização, apresentação dos conteúdos específicos, ligação entre tema e conteúdo, entre outros são relevantes e reforçam a importância de investigar trabalhos desse tipo.

Dessa forma, consideramos relevante organizar práticas pedagógicas a partir de temas. De modo especial temos interesse pelo tema Transporte de Alimentos (TA), por entendermos ser este um dos mais sensíveis para o nosso país. Uma parcela significativa dos alimentos produzidos com a finalidade de suprir as necessidades da sociedade brasileira é oriunda de monoculturas intensivas, distribuídas desigualmente pelo território nacional. O setor de transportes, conforme aponta Barat (1969), é indispensável, uma vez que nutre os diversos setores da sociedade. Além do mais, no caso do nosso país, há elementos históricos relevantes a serem considerados, como a expansão rodoviária, e a recente greve dos caminhoneiros que colocou o assunto em pauta e elucidou a importância desse setor. Assim, temos entendido que o desenvolvimento de práticas pedagógicas, organizadas a partir desse tema, podem

oferecer aos professores de Física algumas oportunidades de relacionar o conteúdo específico e diferentes aspectos do cotidiano das pessoas.

Nesse sentido, parece-nos relevante problematizar nossas práticas pedagógicas e procurar responder questões que possam ir além de uma mera impressão sobre o que realizamos. Diante disso, elaboramos a seguinte questão: que relações entre conteúdos de Física e o tema Transporte de Alimentos (TA) são construídos por alunos do Ensino Médio durante a aplicação de um projeto temático? Para responder essa pergunta, foram cunhados os seguintes objetivos: (1) investigar que compreensões acerca do TA são expressas pelos estudantes e (2) analisar que possíveis relações são construídas pelos alunos entre os conceitos específicos da Física com o tema TA.

Delineamento do Trabalho

O presente trabalho configura-se como uma pesquisa de natureza qualitativa (GODOY, 1995), uma vez que se relaciona com as intenções envolvidas nos processos submetidos a investigação e não a enumeração ou medição dos eventos estudados. Além disso, como os autores deste trabalho atuaram enquanto professores durante a aplicação do projeto, pode-se dizer que este trabalho possui características definidas como uma pesquisa do tipo professor-pesquisador (OLIVEIRA, 2008).

O pano de fundo dessa pesquisa se constitui a partir do desenvolvimento de uma prática pedagógica organizada a partir do tema Transporte de Alimentos. Esse trabalho foi planejado no contexto de duas disciplinas do último ano de um curso de Licenciatura em Física. Participaram da elaboração e aplicação do trabalho dois alunos do curso de licenciatura e uma professora que atua em escola pública de ensino médio do estado de Minas Gerais. A professora foi convidada pela universidade a participar da organização e execução do trabalho. O trabalho efetivou-se ao longo de oito aulas, sendo 50 minutos cada uma delas. Durante a aplicação do projeto, foram elaborados cadernos de campo pelos graduandos e pela professora regular da turma, bem como aplicados questionários abertos e semiabertos durante o processo. As atividades desenvolvidas durante as aulas estão apresentadas, resumidamente, no Quadro 1.

Quadro 01: Atividades Desenvolvidas

Aulas	Desenvolvimento das aulas
–	Aplicação de questionário para avaliação diagnóstica
1 e 2	Discussão da monopolização dos meios de produção. A importância e as implicações, culturais e econômicas do TA. A Física e o transporte da produção de banana na região sul do estado de Minas Gerais. Atividades sobre deslocamento e as contribuições da Física na solução de problemas locais acerca do TA.
3 e 4	Reflexão sobre o papel dos caminhões no TA e o estudo da Termodinâmica a partir de motores a diesel. Elaboração de panfletos com argumentos indicando outros meios, mais adequados ou não, sob a ótica da Física para o TA.
5 e 6	Abordagem da Física associada à intensificação do efeito estufa por gases emitidos pela queima de combustível fóssil. O funcionamento dos catalisadores automotivos e seu papel na contenção da emissão de determinadas moléculas.

7 e 8	Propostas para a redução dos impactos do TA, enfatizando pequenos produtores, e o estudo da pressão a partir de equipamentos utilizados na aplicação de agrotóxicos em pequenas produções. Elaboração de um texto dissertativo relacionando a Física com o TA.
-------	--

O procedimento de análise se deu, inicialmente, a partir da identificação dos excertos que continham menções ao TA e a Física. Os excertos selecionados foram transcritos para uma tabela digital. Os excertos com núcleos de sentido semelhantes foram reunidos em grupos e posteriormente denominados por unidades de sentido (US). As US foram organizadas conforme a convergência dos conteúdos de significado, constituindo os agrupamentos. Na seção seguinte, dispõe-se os resultados da análise e algumas considerações.

Análise dos resultados

Compreensões acerca do transporte de alimentos

Os agrupamentos referentes aos entendimentos dos alunos, acerca do tema TA, estão dispostos no Quadro 2. Esses agrupamentos se referem aos dados obtidos ao longo da aplicação de 8 aulas.

Quadro 2: Considerações expressas acerca do TA

Agrupamento	US	Freq.	Excertos
Aspectos da dimensão social associados ao TA	Os alimentos precisam ser transportados	14	[...] um produto que é produzido com maior intensidade no Sul, por exemplo, deve percorrer um grande percurso para chegar nas mãos de uma pessoa do Norte. [A11]
	Papel do caminhão no TA	10	[...] O transporte de alimentos é geralmente feito por caminhões. [A22]
	O transporte causa desperdício de alimentos	4	[...] um grande número de alimentos que se perde no caminho. [A2]
Aspectos da dimensão política relacionados ao TA	Necessário haver decisões política para resolver os problemas TA	2	Desta forma, é necessário que haja uma melhoria na logística dos transportes [...] órgãos governamentais podem incentivar o trabalho de cientistas no desenvolvimento de soluções [...] [A11]
	Necessário buscar outros meios de transporte	5	Desta forma, é necessário que haja uma melhoria na logística dos transportes de alimentos. Para isso, é necessário a implementação de outros meios de transporte como as ferrovias. [A11]
	Os desafios do TA	15	O Brasil é um país de caráter continental, por haver essas proporções existe uma dificuldade no transporte de alimentos para os diversos estados.[A11]
Questões ambientais inerentes ao TA	O TA contribui na emissão de gases poluentes	9	E com os caminhões fazendo entrega de alimentos, acabam prejudicando a atmosfera [...] pois o caminhão solta gás poluente. [A23]
	É preciso substituir os combustíveis fósseis	1	Poderia mudar o meio de transporte ou por outro <u>combustível</u> . [A21]

A primeira unidade de sentido, “os alimentos precisam ser transportados”, indica que os alunos reconheceram a necessidade do TA e compreenderam haver grandes distâncias entre o local de produção e o consumidor final. Partindo de uma análise da maneira como o Brasil optou pela escoação da sua produção, alunos como [A22] citaram o caminhão como o meio de transporte majoritário, que foi levado em consideração em excertos quanto ao Brasil ser um país de dimensões continentais. Devido às longas distâncias a qual o alimento precisa ser transportado, obteve-se resposta dos discentes enfatizando o desperdício de alimento, como citado por [A2].

É importante destacar que autores como Santos e Mortimer (2000), ressaltam como possibilidade de trabalhos na perspectiva CTS a abordagem de questões de natureza social. Os autores mencionam que o próprio fazer científico e tecnológico já carrega em si questões sociais, estas que muitas vezes acabam sendo deixadas de lado em prol de um ensino voltado exclusivamente para conteúdo específicos. Entendemos que uma perspectiva que vise tratar de questões sociais articuladas à ciência e tecnologia torna-se mais significativa, pela possibilidade de se aproximar do cotidiano do aluno, como pudemos observar nos dados apresentados.

Quanto às questões políticas, nota-se que há uma preocupação com os desafios que são enfrentados para que o alimento possa ser transportado. Um foco de preocupação é com a distância entre o sítio de produção e o de consumo e a forma como ocorre esse transporte, conforme explicitado por [A11]. Tais desafios levam a dois caminhos considerados pelos discentes: um envolvendo aspectos da dimensão política para solucionar o problema e outro relacionado com mudanças no tipo de meio de transporte utilizado. A possibilidade de repensar o modelo de produção não foi pontuada.

A dimensão política citada por [A11], como exemplo, leva em consideração que órgãos governamentais acionem cientistas para pensar em soluções para o problema. Quanto a mudança de tipo de transporte, em sua totalidade, as respostas foram sempre voltadas ao uso do trem como maneira de facilitar o transporte, podendo transportar uma quantidade maior de carga e tendo uma eficiência energética melhor, como de acordo com [A11].

Carletto e Pinheiro (2010) ao realizar uma pesquisa com alunos do ensino médio para analisar as possibilidades do enfoque CTS, destacaram que essa metodologia possibilita que os estudantes desenvolvam diferentes percepções sobre o mundo e suas realidades, sendo capazes de construir relações entre diferentes esferas, entre elas a social, política, econômica, ambiental, histórica e cultural. Podemos perceber pelos dados apresentados que alguns alunos foram capazes de realizar algumas relações a partir do trabalho realizado.

Alguns excertos trataram da questão ambiental como um dos maiores problemas do TA, indicando que a fumaça que sai do escapamento do caminhão é uma importante forma de poluição. Esse aspecto foi exemplificado por [A23]. Chama a atenção que apenas um aluno, [A21], tenha realizado considerações sobre a mudança de combustível dos caminhões.

Interessante mencionar que Strieder e Kawamura (2009) apontam para uma importante relação entre o enfoque CTS e a temática ambiental em trabalhos publicados em periódicos brasileiros. No trabalho que desenvolvemos com o tema TA procuramos relacionar o enfoque CTS e a temática ambiental. As reflexões produzidas

pelos estudantes sobre a poluição provocada pelos caminhões é um bom indicativo da possibilidade de construir aulas de Física que se relacionam com a temática ambiental.

A seguir, na próxima seção, será apresentado as relações tecidas entre o tema Transporte de Alimentos e a Física.

Relações entre a Física e o Transporte de Alimentos

No Quadro 3 estão dispostos dados sobre as relações expressas pelos alunos do ensino médio entre a Física e o tema Transporte de Alimentos.

Quadro 3: Relações expressas entre a Física e o tema TA

Agrupamento	US	Freq.	Excerto
Elementos dúbios quanto as relações entre o TA e a Física	Ausência de clareza ao relacionar a Física com o TA	13	A física pode influenciar em vários aspectos [...] pode perceber e ter conhecimento sobre suas influências como nos meios de transporte, na forma na qual os alimentos são cultivados no país [...] Os caminhões que são um meio de transporte de alimentos tem em si todo um processo que envolve física [A8]
Contribuições da Física no enfrentamento de questões associadas ao TA	A Física auxilia na otimização do TA	8	A colheita é feita em áreas de morros, tendo assim um certo risco, como a queda de um dos trabalhadores, podendo ser resolvido com o uso de tirolesas usando da gravidade para que os cachos desçam dos morros, através de cabos. [A4]
	Relações entre o TA, a Física e as questões ambientais	4	Outrossim, a Física não aprova o uso intensivo de caminhões, já que os mesmos liberam gases prejudiciais ao meio ambiente, e esses gases interagem com a radiação do sol, intensificando o efeito estufa. [A7]

Fonte: Dados da pesquisa

Quanto às relações construídas entre a Física e o TA, cabe destacar os elementos tangenciais expressos no primeiro agrupamento, os quais reconhecem as relações, porém não buscam discutir o tema com mais consistência. Apontamentos, como os de [A8], sugerem haver uma relação entre a Física e os caminhões, que são os principais meios para o TA no país. O segundo agrupamento apresenta excertos sugestivos quanto às contribuições da Física no enfrentamento de questões associadas ao TA. A otimização dos meios de transporte com base nos conhecimentos físicos foi recorrentemente citada, mas não foram identificadas, de forma clara, associações com as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico, conforme discutido durante a aplicação do projeto.

No trabalho realizado por Firme e Amaral (2011), ao analisar as possibilidades de implementação de uma abordagem CTS em aulas de Química, relatam como um dos obstáculos a dificuldade em associar os conceitos científicos, com tecnologias e temas socialmente relevantes. Essa mesma dificuldade é trazida em outros trabalhos que investigaram práticas CTS como o de Pereira et. al. (2019), ao analisar as articulações realizadas pelos alunos a partir de uma abordagem CTS com o tema Efeito Estufa em aulas de Física. A partir dos dados podemos ver essas mesmas

dificuldades, pois houve tentativas de realizar essas articulações por parte dos alunos, mas estas ficaram superficiais.

Destacamos ainda algumas considerações realizadas pelo estudante A4, sobretudo ao expressar o termo “tirolesa”. O discente resgatou as discussões feitas em sala acerca do plano inclinado, empregado em regiões acidentadas para auxiliar no transporte dos produtos, indicando o papel da Física e das tecnologias como formas de proporcionar mais qualidade de vida. Não foram identificadas considerações acerca dos grupos restrito da sociedade detentores dos meios tecnológicos e de produção. Do ponto de vista pedagógico, foi possível constatar a relevância das exemplificações dadas durante a explicação dos conceitos e os cuidados necessários na escolha das atividades e exemplos, para que a Física não seja apresentada de forma reducionista, dando ênfase, por exemplo, apenas em aspectos puramente matemáticos.

O discente [A21] discorreu que “Para resolver esses problemas com a ajuda da Física, no transporte, poderiam mudar o meio de transporte ou por outro combustível”. Essa consideração sugere uma visão instrumental da Física, enquanto a menção do termo “combustível” pode estar associada com as discussões centradas na influência dos gases emitidos pelos caminhões no processo de interação da radiação solar com a atmosfera terrestre. As discussões de questões ambientais foram entendidas como consequência do modelo vigente de transporte dos alimentos e as principais pontes arquitetadas entre a Física e o referido tema. Os termos “radiação” e “gravidade” indicaram um processo de apropriação das discussões pelos alunos. Uma vez que a princípio ao se falar sobre o TA não são termos que podem se destacar, mas foram assuntos discutidos em sala, apresentados pelos professores e o fato de apontarem isso em suas atividades destaca a apropriação desse discurso. É relevante também destacar que a resposta trazida pelos alunos cita brevemente termos científicos, sem muito aprofundamento, o que nos leva a pensar sobre o quanto esses termos possuem significado para estes alunos, ou se a menção se constitui apenas de uma repetição sem muita significação.

Conforme Santos (2007), uma abordagem do tipo CTS tem potencial para que sejam desenvolvidas atitudes e valores de forma articulada aos conceitos científicos, para que tanto o tema quanto os conceitos introduzidos possam ser compreendidos. Pudemos observar a partir das falas dos alunos, que algumas articulações foram realizadas, especialmente aquelas trazidas pelos professores em sala de aula. Como mencionado anteriormente, realizar essas articulações ainda são um desafio para práticas do tipo CTS.

Considerações Finais

Analisando os dados, foi possível identificar que os discentes entenderam as dificuldades de transportar alimentos, com ênfase nos problemas decorrentes do tipo de veículo usado em demasia, o caminhão. A partir dessa identificação dos alunos, foi possível destacar a visão de que é possível haver uma nova forma de transporte, usando ferrovias, que poderia sanar alguns desses desafios mostrados por eles. Destaca-se que não foi levado em conta, pelos discentes, os desafios necessários a serem superados com o uso do novo tipo de transporte.

Os alunos conseguiram fazer conexão entre o tamanho do Brasil e a necessidade de transportar alimentos, ainda mais por conta da concentração de

produção em determinadas regiões. Quanto a relação entre Física e o TA, foi demonstrado elementos indicadores de que os alunos perceberam essa relação, porém com pouco aprofundamento.

Referências

- AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. Abordagem temática: temas em Freire e no enfoque CTS. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.2, n.1, p.67-84, 2009.
- BARAT, J. O investimento em transporte como fator de desenvolvimento regional-Uma análise da expansão rodoviária no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 23, n. 3, p. 25-52, 1969.
- CARLETTO, M. R. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010.
- FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.
- GOBARA, S. T. et al. O ensino de ciências sob o enfoque da educação ambiental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 171-182, jan. 1992. ISSN 217 5-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7495/6875>>. Acesso em: 10 out. 2019.
- GODOY, A. S. Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar./Abr. 1995.
- HALMENSCHLAGER, K. R.; DELIZOICOV, D. Abordagem temática no ensino de ciências: caracterização de propostas destinadas ao ensino médio. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.10, n.2, p.305-330, nov. 2017.
- HUNSCHE, S.; DELIZOICOV, D. A Abordagem Temática na perspectiva da articulação Freire-CTS: um olhar para a Instauração e Disseminação da Proposta. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011. Campinas. **Atas...**, 2011.
- OLIVEIRA, C. L. Um Apanhado Teórico-Conceitual sobre a Pesquisa Qualitativa: tipos, técnicas e características. **Revista Travessias**, ed.4, v.02, n°3, p.1-16. 2008.
- OLIVEIRA, F. A.; LANGHI, R. Uma proposta de ensino de astronomia por meio da abordagem temática: poluição luminosa como tema. 2011.
- PEREIRA, B. B.; CAMPOS, F. C. C.; SILVA, L. F.; FIGUEIREDO, N. Abordagem de temas e Ensino de Física: compreensões de alunos do ensino médio sobre o tema Efeito Estufa. **Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá, v. 14, n. 3, p. 473-485, dez. 2019.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. esp., p. 1-12, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, [s.l.], v. 2, n. 2, p.110-132, dez. 2000.
- SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.
- STRIEDER, R.; KAWAMURA, M. R. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. **Atas...** 2009.
- WATANABE-CARAMELLO, G.; STRIEDER, R. B.; GEHLEN, S. T. Desafios e possibilidades para a abordagem de temas ambientais em aulas de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 205-222, 2012.

Linha 9

Políticas Públicas em Educação e o ensino de Física

Apresentações Orais

História, análise e impactos de políticas públicas para o ensino de Física em diferentes níveis e modalidades de ensino; legislação educacional; financiamento de ações educacionais; fomento à pesquisa em educação científica e tecnológica e políticas de desenvolvimento social; políticas de formação de pesquisadores.

O Enem COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA

Enem AS AN INSTRUMENT FOR THE ASSESSMENT OF PHYSICS TEACHING

Jonas de Paula Oliveira ¹, Shirley Takeco Gobara²

¹UFMS/INFI/PPEGDU, jonadep@gmail.com

² UFMS/INFI/PPEGDU, stgobara@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar se a avaliação das competências e habilidades das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) apresentam coerência para servir de parâmetro de diagnóstico para o ensino de Física. A metodologia utilizada é qualitativa com análise dos microdados do Enem. Em 2009, o Enem foi proposto pelo Ministério da Educação (MEC) como uma política educacional voltada para induzir à construção de um currículo nacional para a educação básica. Esse processo de indução curricular deveria ocorrer por meio da avaliação das habilidades e competências previstas na matriz de referência do Enem, que é dividida por áreas do conhecimento, sendo que na área de ciências naturais estão previstas habilidades e competências da disciplina de Física. Após analisar as habilidades e competências que avaliaram questões da disciplina de Física nas provas do Enem, identificamos situações em que não há coerência e casos que apresentam coerência, o que aponta a existência de uma complexidade que dificulta o uso desses resultados como parâmetro para diagnosticar o Ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Avaliação de competências e habilidades. Política educacional.

Abstract

This study aims to analyze if the assessment of competences and abilities in the tests of the National High School Examination (Enem) shows coherence to serve as a diagnostic parameter to the teaching of Physics. The methodology used is qualitative with analysis of Enem microdata. In 2009, Enem was proposed by the Ministry of Education (MEC) as an educational policy aimed to induce the construction of a national curriculum for basic education. This process of curricular induction should take place through the assessment of the skills and competences provided for the Enem reference matrix, which is divided by knowledge areas, once that in the area of natural sciences, skills and competences of the discipline of Physics are provided. After analyzing the skills and competences that evaluated issues of the discipline of Physics in the Enem tests, we identified situations in which there is no coherence and cases that present coherence, which points to the existence of a complexity that makes it difficult to use these results as a parameter to diagnose Physics Teaching.

Key words: Science teaching. Assessment of skills and abilities. Educational politics.

Introdução

Melhorar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física no ensino básico é visto como um dos grandes desafios no processo de formação de cidadãos para o mercado de trabalho, para continuidade dos estudos e para a vida. Conforme previsto na LDB/1996, na formação de nível básico, devem ser desenvolvidas nos alunos a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos, relacionando a teoria com a prática. Da mesma forma, os Parâmetros Curriculares Nacionais + da área de Física (PCN+ Física) preveem que nesse processo de formação os alunos devem compreender a realidade de um mundo técnico e científico em que estão inseridos, por meio de um processo de ensino estruturado em competências e habilidades. Nesse contexto, de acordo com Carvalho Junior (2011), o MEC vem utilizando o Enem como uma avaliação da aprendizagem que leva em conta uma relação coerente entre habilidades, competências e itens.

O Enem foi criado em 1998, com a finalidade principal de servir como uma autoavaliação dos egressos do ensino médio, momento em que já fazia sua avaliação baseada em uma matriz de referência. Ao longo dos anos, o Enem foi sendo modificado e tornou-se um dos principais instrumentos de acesso à educação superior no Brasil. Em 2009, o Enem foi modificado e proposto pelo MEC como um dos principais instrumentos de política educacional, tendo em vista que a partir dessa proposta, várias universidades públicas passaram a usar os resultados das provas do Enem como instrumento de acesso aos seus cursos. Nesse processo de mudança, foi dado ênfase ao objetivo do Enem de induzir à construção de um currículo nacional para a educação básica com base em competências e habilidades, sendo esse objetivo reforçado em 2018, por regulação do poder executivo, conforme consta no artigo 7º do Decreto 9.432/2018 que “O Enem tem como objetivo aferir o domínio das competências e das habilidades esperadas ao final da educação básica” (BRASIL, 2018, p. 1).

Tendo em vista a importância do Enem para o ensino básico, pesquisas da área de Ensino de Física analisaram os usos do Enem enquanto política educacional, assim como a qualidade das questões dessa prova para a área de Física. E, de acordo com Hernandez *et al* (2013), as questões do Enem atendem as orientações propostas nos PCNs e PCN+, mostrando um alinhamento com as políticas nacionais. Ainda, conforme Silva e Martins (2014), 56% das questões de Física no Enem, no período de 2009 a 2013, tinham abordagem com dimensões conceituais. Para Silveira *et al* (2014), a proposta do novo Enem para a disciplina de Física distribuiu de forma aleatória as questões de Física na prova de ciências da natureza, apresentando assim uma proposta de interdisciplinaridade equivocada. Posteriormente, Silveira *et al* (2015) também observam que os enunciados das questões de Física nas provas do Enem apresentavam contradições e não abordavam o conteúdo de Física moderna. Para Gonçalves Junior e Barroso (2014), as provas do Enem dos anos de 2009, 2010 e 2011 possuíam longos enunciados e pouca exigência de raciocínios mais complexos. E ainda, uma distribuição de questões por objetos de conhecimento que não contemplavam o padrão tradicional do ensino médio. Mesmo com as críticas sobre o formato e os conteúdos exigidos nas questões da disciplina de Física nas provas do Enem, esse instrumento é visto como um caminho para avaliar e diagnosticar o processo de ensino de Física. Barroso *et al* (2018) afirmam que os resultados das provas de Física do Enem permitiram mapear algumas dificuldades permanentes na aprendizagem de mecânica, fenômenos térmicos e ótica. Nesse sentido, de acordo com Carvalho Junior (2011, p. 89) “É importante que tenhamos em

mente que o Enem é um processo de medida e, como tal, precisa ter os instrumentos de medida – as questões – de boa qualidade técnica e que consigam fazer a medição das habilidades como se pretende.”

As reflexões observadas anteriormente apontam a importância de analisar as políticas instrumentalizadas pelo Enem para o Ensino de Física, visando identificar as utilidades, potencialidades e os problemas que necessitam ser corrigidos para aperfeiçoar esse instrumento de política educacional. Nesse sentido, essa pesquisa tem como objetivo analisar se a avaliação das competências e habilidades das provas do Enem, no período de 2016 a 2018, usadas especificamente para avaliar as questões da disciplina de Física, apresentam coerência pedagógica para servir de parâmetro de diagnóstico para o ensino. Desse modo, questionamos: as avaliações das competências e habilidades da área de Física das provas do Enem de 2016 a 2018 apresentam uma coerência pedagógica que sirva para identificar e diagnosticar as dificuldades no ensino?

Esta pesquisa é parte da tese de doutorado que está em andamento no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), que tem como objetivo analisar os efeitos do Exame Enem nas políticas curriculares para o ensino básico na área de Ensino de Física e na prática de professores.

A metodologia de análise utilizada é qualitativa, conforme a proposta de Bogdan e Biklen (1994), e também fizemos uso de uma análise estatística, de acordo com Novaes e Coutinho (2013), para leitura das informações dos microdados do Enem, disponibilizados no site da ZBS¹, sendo que na delimitação dessa pesquisa são analisados dados do Brasil, do Estado de Mato Grosso do Sul e da cidade de Dourados/MS. Inicialmente, identificamos nas provas do Enem, entre as 45 questões da área de ciências da natureza e suas tecnologias, as correspondentes à disciplina de Física nos anos de 2016 a 2018. Em seguida, foram selecionadas somente as habilidades e competências que avaliavam apenas as questões de Física.

Dessa forma, abordamos nos tópicos seguintes a análise dos dados, relativos ao recorte da pesquisa, sobre os resultados das avaliações das questões da área de Física que, de acordo com o MEC, são usadas para a verificação das habilidades e competências dos alunos nessa área. Por fim, são tecidas as considerações finais, nas quais observamos as discrepâncias existentes nos resultados, que apontam a complexidade no uso dessa política como um instrumento de diagnóstico para Ensino de Física.

Análise dos dados sobre competências e habilidades

Para identificar as competências e habilidades relacionadas à área de Física nas provas do Enem, utilizamos duas fontes principais de dados: o resultado das avaliações do Enem e as questões das provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A análise foi feita no período de 2016 a 2018, observando os percentuais de acertos dos candidatos no Brasil, no estado de MS e na cidade de Dourados/MS. O recorte para análise das competências e habilidades da disciplina de Física foi realizado inicialmente por meio de uma análise nas 45 questões das provas de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias do Enem, no período de 2016 a 2018, momento em que foram separadas as 15 questões que abordaram a disciplina de

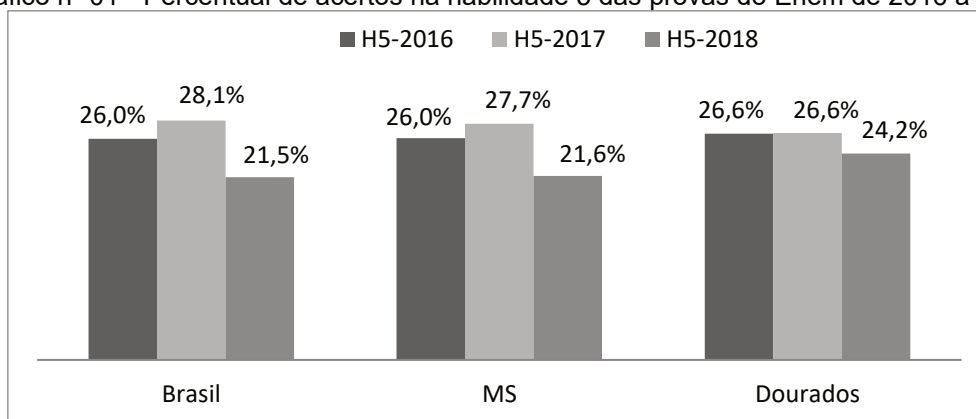
¹ A ZBS é uma empresa de tecnologia da informação que trabalha com projeto de desenvolvimento de planejamento colaborativo. Disponibilizados no site: <<https://www.zbs.com.br/Enem>> acesso em: 15 set. 2019.

Física. Em seguida, utilizando os microdados do Enem, identificamos e selecionamos, para essa análise, apenas as competências e habilidades que foram usadas para avaliar especificamente as questões da disciplina de Física em 2016, 2017 e 2018, que contabilizaram três competências e cinco habilidades. Esse grupo de competências e habilidades são os seguintes:

Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. H1 – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos (INEP, 2009, p. 18). Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano (INEP, 2009, p. 18). Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. H21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo. H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais. H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas. (INEP, 2009, p. 18-19).

As análises realizadas a seguir buscaram comparar as similaridades entre os resultados encontrados nas habilidades H5, H23 e H22, assim como nas habilidades H1 e H21, as quais foram interpretadas por meio de uma análise estatística descritiva com a intenção de “[...] ter uma visão global, facilitando a leitura de informações, a percepção de padrões, regularidades, etc.” (COUTINHO e NOVAES, 2013, p. 24).

Gráfico nº 01 - Percentual de acertos na habilidade 5 das provas do Enem de 2016 a 2018



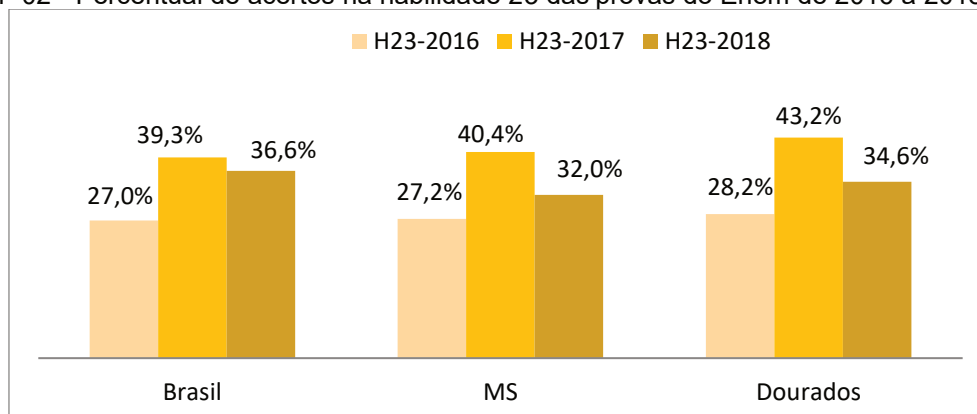
Fonte: construção própria a partir dos microdados do Enem disponibilizados no site ZBS

No gráfico 1 e nos seguintes ocorrem discrepâncias entre os resultados encontrados no Brasil, no estado do MS e na cidade de Dourados/MS, e que estão relacionados a fatores tais como as diferenças educacionais, culturais e sociais que abrange o país. Contudo, nessa reflexão focamos nossa análise nas variações dos resultados em cada dependência administrativa a partir das informações dos resultados gerais de acertos. Não faz parte do escopo desse artigo analisar as causas dessas discrepâncias.

Na habilidade H5, apesar de apresentar uma discrepância de aproximadamente 5% quando comparamos os anos de 2016 e 2018 em todas as situações observadas, é a que apresentou um maior equilíbrio nas variações de

acertos dos candidatos, levando-se em conta que na cidade de Dourados, 2016 e 2017 apresentaram um equilíbrio que possibilita notar que as habilidades dos alunos em dimensionar circuitos elétricos foram as mesmas, mas em 2018 diminuiu o percentual de acertos em todos os cenários observados.

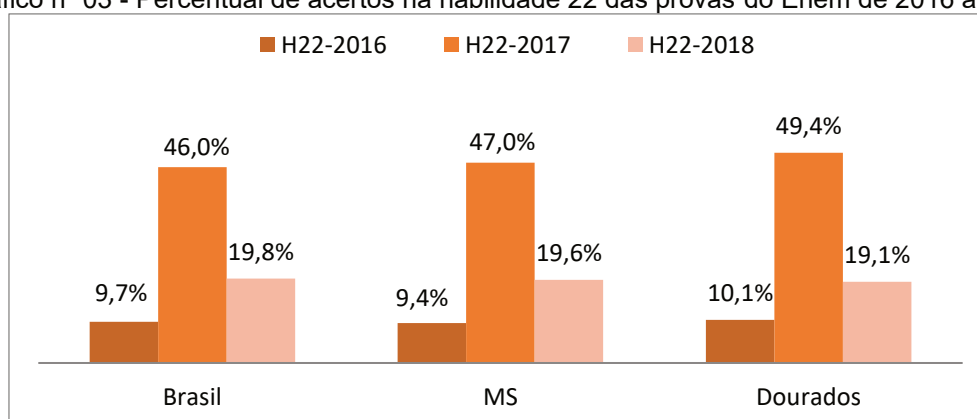
Gráfico nº 02 - Percentual de acertos na habilidade 23 das provas do Enem de 2016 a 2018



Fonte: construção própria a partir dos microdados do Enem disponibilizados no site ZBS

No gráfico 2, observa-se que na habilidade H23 a escala de discrepância é maior do que a apresentada em H5 no gráfico 1, sendo que no Brasil o percentual de acertos de 2017 para 2018 diminuiu em aproximadamente 3%, enquanto que na cidade de Dourados diminuiu aproximadamente 8%.

Gráfico nº 03 - Percentual de acertos na habilidade 22 das provas do Enem de 2016 a 2018



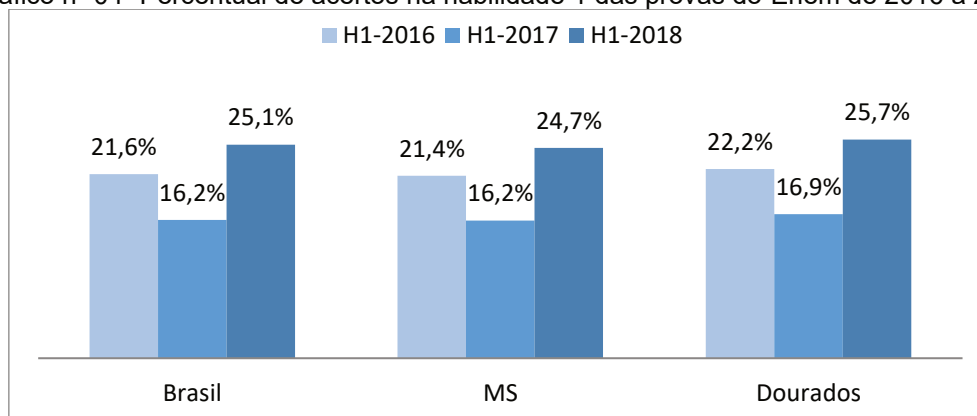
Fonte: construção própria a partir dos microdados do Enem disponibilizados no site ZBS

No caso da habilidade 22, apresentada no gráfico nº 3, é possível verificar que os acertos do ano de 2017, quando comparados aos dados de 2016, melhoraram mais de 35%, tanto nos casos nacionais e regionais. No entanto, em 2018 os acertos nessa mesma habilidade caem mais de 25% em todas as situações apresentadas no gráfico 3. Esse percentual de acertos descreve que, em 2016, 90,03% dos candidatos que fizeram a prova do Enem no Brasil não dominava a habilidade H22, ou seja, não tinha habilidade para compreender a situação apresentada sobre fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria, porém, em 2017 esse percentual cai para 54%, o que teoricamente deveria representar uma melhora no processo de ensino do Brasil. Contudo, em 2018, 80,2% dos candidatos não apresentaram essa habilidade, praticamente se aproximando do percentual de 2016. Portanto, quando considera-se essa alta oscilação no percentual de acerto dessa habilidade, e também levando-se em conta que o processo de ensino nas instituições públicas e privadas de todo o

Brasil não poderia oscilar com essa magnitude no período de um ano, permite-se questionar se a avaliação que vem sendo realizada pelo Enem na área de Física está realmente identificando as competências e habilidades dos candidatos. Conforme já observado, as habilidades H23 e H5 tiveram comportamentos semelhantes ao da H22, mas com uma escala menor de variação dos percentuais de acerto.

Por outro lado, as habilidades H1 e H21 praticamente apresentam um comportamento oposto aos verificados em H22, H23 e H5, tendo em vista que os resultados de 2017 no Brasil e no Estado do MS decresceram quando comparados aos dados de 2016.

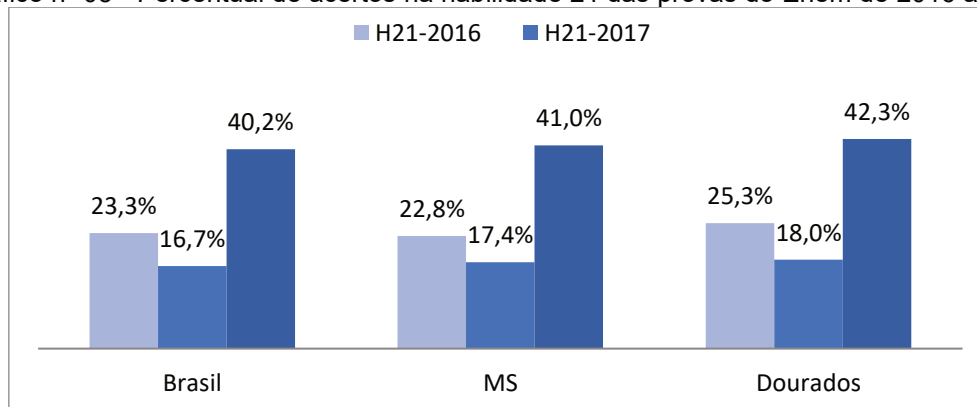
Gráfico nº 04- Percentual de acertos na habilidade 1 das provas do Enem de 2016 a 2018



Fonte: construção própria a partir dos microdados do Enem disponibilizados no site ZBS

No caso da habilidade H1 apresentada no gráfico 4, é possível ver que de 2016 para 2017, em todos os cenários observados, o percentual de acertos cai aproximadamente 5% e posteriormente, sobe aproximadamente 10%.

Gráfico nº 05 - Percentual de acertos na habilidade 21 das provas do Enem de 2016 a 2018



Fonte: construção própria a partir dos microdados do Enem disponibilizados no site ZBS

Analisando o gráfico nº 05 verifica-se que na habilidade H21 o percentual de acertos diminui de 2016 para 2017 no Brasil em aproximadamente 6%, sendo semelhantes as situações do Estado do MS e da cidade de Dourados, contudo de 2017 e 2018 o percentual de acertos cresceu mais de 20% em todos os cenários analisados, ou seja, o que sugere que aproximadamente 40% de todos os candidatos do Enem que realizaram a prova em 2018 dominavam a habilidade de interpretar recursos naturais relacionados à termodinâmica ou ao eletromagnetismo. A amplitude de variação para as habilidades analisadas chegou a aproximadamente 6% para H5,

9% para H1 e 12% para H23, porém, destaca-se que essa variação chegou a 23% em H21 e 36% em H22.

Observa-se que as avaliações das habilidades interdisciplinares como H21, H22 e H23 apresentam uma variação de discrepância superior às habilidades que são disciplinares, ou seja, que avaliam isoladamente os conhecimentos da Física, como é o caso de H5 e H1. Levando-se em conta que seria natural ocorrer pequenas oscilações no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física como foi o caso de H5 e H1. O caso de H23 acaba servindo de alerta para questionarmos se a aprendizagem dos alunos na disciplina de Física em nível nacional teria condições de melhorar ou perder qualidade em 12% no período de um ano. A falta de coerência na verificação das habilidades das questões de Física nas provas do Enem acaba sendo explicitada a partir dos resultados nacionais de H21, que subiu mais de 23% de 2017 para 2018 e de H22, no momento em que o percentual de acertos subiu aproximadamente 36% em 2017 e em 2018 decresceu aproximadamente 26%.

Considerações Finais

Ao questionar nessa pesquisa se as avaliações das competências e habilidades da área de Física das provas do Enem de 2016 a 2018 apresentam uma coerência pedagógica que sirva para identificar e diagnosticar as dificuldades no ensino, destaca-se que, de acordo com Barroso *et al* (2018), os resultados do Enem podem ser usados para identificar problemas na aprendizagem dos conhecimentos de Física, mas é necessária uma análise cuidadosa sobre essa política educacional, considerando que outros fatores devem ser levados em consideração como, por exemplo, a ocorrência de equívocos na elaboração das questões de Física dessa prova como os identificados por Silveira *et al* (2014), a equivalência quanto ao grau de dificuldade das questões, as diferenças regionais e socioculturais dos alunos, etc.

O Enem, enquanto política educacional voltada para avaliação das competências e habilidades dos alunos ao final da educação básica, deveria ser um instrumento que tivesse condições de gerar um conjunto de dados para que escolas e professores conseguissem subsídios para avaliar o seu processo de ensino-aprendizagem e corrigir os problemas identificados. Na situação da disciplina de Física, quando são avaliadas as habilidades dos alunos de reconhecer os fenômenos ondulatórios em diferentes contextos e de dimensionar circuitos elétricos do cotidiano, verifica-se que existe a possibilidade de usar esses resultados para acompanhar o desempenho dos alunos e a qualidade do ensino. A avaliação das habilidades de utilizar as leis da Química e da Física para interpretar processos naturais relacionados à termodinâmica e ao eletromagnetismo e a de compreender fenômenos de radiação da matéria e suas implicações ambientais, econômicas e biológicas, apresentaram resultados discrepantes, mas que não são suficientes para identificar e retratar a realidade do Ensino de Física.

Por fim, os resultados sugerem que algumas habilidades como H1 e H5 podem ser usadas pelas escolas e professores de Física como parâmetro de avaliação e identificação de problemas e diagnósticos do ensino, enquanto outras como H21 e H22 não apresentam coerência pedagógica nos seus dados, indicando que não seriam viáveis para essa finalidade. Contudo, esse problema é complexo e gera espaço para análises mais amplas para que possamos avançar na compreensão desse tema.

Referências

- BARROSO, M. F.; RUBINI, G; SILVA, T. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, nº 4, e4402, 2018.
- BOGDAN, R. C; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto/Portugal. Porto, 1994.
- BRASIL. **Lei 9394 de 20 de dezembro 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF. 1996.
- _____. Presidência da Republica. DECRETO Nº 9.432, DE 29 DE JUNHO DE 2018. Regulamenta a Política Nacional de Avaliação e Exames da Educação Básica.
- GONÇALVES JUNIOR, W. P; BARROSO, M. F. As questões de física e o desempenho dos estudantes no Enem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, 1402, 2014.
- CARVALHO JUNIOR, G. D. **Aula de física do planejamento à avaliação**. Livraria da Física, SP, 2011.
- HERNANDES, J. S; MARTINS, M. I. Categorização de questões de Física do novo Enem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 30, n. 1: p. 58-83, abr. 2013.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Portaria INEP 109, de 27 de maio de 2009**. Estabelece a sistemática para a realização do Exame Nacional do Ensino Médio no exercício de 2009.
- MENEZES, L. LDB: Uma Física para o Novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, v. 1, n. 1, 2000.
- MEC. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, DF, 2000.
- _____. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais - Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF, 2002.
- NOVAES, D; COUTINHO, C. Q. S. **Estatística para educação profissional e tecnológica**. 2ª ed. São Paulo, SP. Atlas, 2013.
- SILVA, D. B. R. **A comunidade disciplinar de Ensino de Física na produção de políticas de currículo**. 230 f. Dissertação (Mestrado) - Pós- Graduação em Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. RJ, 2006.
- SILVA, V. A; MARTINS, M. I. Análise de questões de Física do Enem pela taxonomia de bloom revisada. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), vol.16, no.3, p.189-202, dez. 2014.
- SILVEIRA, F. L; STILCK, J; BARBOSA, M. Comunicações: Manifesto sobre a qualidade das questões de Física na Prova de Ciências da Natureza no Exame Nacional de Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 473-479, ago. 2014.
- SILVEIRA, F. L; BARBOSA, M. C. B; SILVA, R. *Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): Uma análise crítica*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 1101, 2015.

Linha 9

Políticas Públicas em Educação e o ensino de Física

Posters

História, análise e impactos de políticas públicas para o ensino de Física em diferentes níveis e modalidades de ensino; legislação educacional; financiamento de ações educacionais; fomento à pesquisa em educação científica e tecnológica e políticas de desenvolvimento social; políticas de formação de pesquisadores.

POLÍTICA EDUCACIONAL E SUA INCIDÊNCIA NA FALTA DE FORMAÇÃO SOCIOPOLÍTICA DOS FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA NA COLÔMBIA.

EDUCATIONAL POLICY AND ITS INCIDENCE IN THE LACK OF SOCIOPOLITICAL FORMATION OF THE FUTURE TEACHERS OF PHYSICS IN COLOMBIA

Nelson E. Hoyos¹, Lisbeth L. Alvarado Guzmán ², Roberto Nardi³

¹UNESP/Faculdade de Ciências/ Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, nelson.hoyos@unesp.br

²UNESP/Faculdade de Ciências/Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, lisbeth.alvarado@unesp.br

³UNESP/Departamento de Educação/Faculdade de Ciências, r.nardi@unesp.br

Resumo

Esta pesquisa procura mostrar o impacto das políticas públicas nos programas de formação de professores de Física na Colômbia, por meio de dois decretos e resoluções emitidos pelo Ministério da Educação Nacional da Colômbia para a denominação dos cursos e a prática de ensino. Os dados foram analisados de acordo com os referenciais teórico-metodológicos da Análise do Discurso na linha de trabalhos de Pêcheux (2010) e Orlandi e colaboradores (1999) no Brasil. Os resultados mais sobressalentes mostram como algumas políticas educacionais respondem à interferência da OCDE, que enfatiza uma prática educacional técnica para gerenciar grandes salas de aula e persiste na proposta curricular dos programas de formação para professores de Física na Colômbia uma organização tradicional e desconectada de reflexões didáticas e pedagógicas. Conclui-se que é necessária uma formação de professores de Física como sujeitos políticos com habilidades para ler os contextos e participar da transformação na educação colombiana, isto têm plena relação com a prática de ensino. Uma proposta é formar o professor como sujeito político que transforma e intervém práticas educativas e sua realidade.

Palavras-chave: Formação Inicial de Professores de Física, Políticas Educativas, Sujeito Político, Análise do Discurso.

Abstract

This research seeks to show the impact of public policies on programs for the training of physics teachers in Colombia, by means of decrees and resolutions issued by the Colombian Ministry of Education for the designation of courses and teaching practice. The data were analyzed according to the theoretical and methodological frameworks of Discourse Analysis in the line of work by Pêcheux (2010) and Orlandi et al (1999) in Brazil. The most outstanding results show how some educational policies respond to OECD interference, which emphasizes a technical educational practice to manage large classrooms and continues in the curricular proposal of training programs for physics teachers in Colombia, a traditional and disconnected organization of didactic and pedagogical reflections. We conclude that it is necessary to train physics teachers as political subjects with the skills to read contexts and participate in the transformation in Colombian education, this is fully related to teaching practice. One proposal is to

train the teacher as a political subject who transforms and intervenes educational practices and their reality.

Keywords: Initial Formation of Physics Teachers, Educational Policies, Political Subject, Discourse Analysis.

Introdução

Atualmente, na América Latina, têm ocorrido ataques contra a educação em todos os níveis educacionais, com a ascensão de governos neoliberais autoritários, populistas e excludentes que põem em dúvida o trabalho de ensino. Esses ataques são disfarçados por *slogans* como o da escola sem partido, rejeição de gênero ou ideologias políticas e "regularizações". Além disso, a imagem do professor na sociedade é cada vez mais questionada e desvalorizada, a ponto de ser tratado como técnico do conhecimento, por um lado, e, por outro, um tipo de ator perigoso para as crianças devido a "suas ideologias". Os discursos neoliberais são especificados no financiamento do estado para a educação pública e na padronização da educação por meio de diretrizes e testes internacionais que ignoram as necessidades de formação e a riqueza multicultural que devem ser atendidas em toda a América Latina. Obviamente, isso está vinculado a uma geopolítica global proveniente do fundo monetário internacional e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) para a América Latina, que propõe o treinamento de consumidores com capacidade de contrair empréstimos e trabalhar. Sob tal contexto, o objetivo deste trabalho é discutir sobre o impacto das políticas públicas nos programas de formação de professores de Física na Colômbia, por meio de dois decretos e resoluções emitidos pelo Ministério da Educação Nacional da Colômbia para a denominação dos cursos e a prática de ensino.

Os dados foram analisados de acordo com os referenciais teóricos e metodológicos da análise de discurso na perspectiva de Pêcheux (2010) na França e Orlandi e colaboradores (1999) no Brasil. A constituição dos dados ocorreu por meio da resolução 18583 de 2017, emitida pelo Ministério da Educação da Colômbia; pelo relatório da OCDE intitulado "Educação na Colômbia, destaca. 2016"; e pelos dados presentes no site de três programas de formação de professores de Universidades Públicas sobre: o perfil profissional, missão, visão, estrutura curricular, entre outras.

Relações entre formação universitária, semiformação, conhecimento e pensamento.

Atualmente, a Universidade está debatendo sobre as demandas sociais, o *ethos* universitário e as lógicas externas que pressionam sua produção e funcionamento econômico. De acordo com Dias Sobrino (2005, p. 209) citado por Serafim Pavan (2011):

"[...] A educação superior latino-americana paulatinamente por esses processos foi perdendo o seu significado histórico de patrimônio social e sustentáculo da cidadania e do desenvolvimento nacional e adquirindo funções que coincidem com os interesses de inserção das corporações econômicas à globalização neoliberal. ., (SERAFIM PAVAN, 2011, p 260)

Essa lógica não é exclusiva da Universidade Pública da América Latina, mas faz parte de um estabelecimento da ordem mundial e da economia global. Particularmente na América Latina, as mudanças ocorrem através de dois processos (SERAFIM PAVAN, 2011): a) tendência mercantilista e utilitária da universidade pública e b) a mercantilização da universidade privada como produto de sua expansão, ou seja, a indiferenciação de uma massa de produtos ou serviços oferecidos como mercadoria sem qualquer distinção.

Nessa perspectiva, a formação tornou-se uma semiformação a serviço do capital que transforma o ser humano em outro produto para continuar com a roda econômica em que os papéis sociais já estão determinados, ou seja, atender as demandas que a racionalidade mercadológica exige do sujeito. A semiformação não é uma formação incompleta, mas uma formação projetada para um fim na lógica do capitalismo. Não ocorre fora do sujeito, mas na sua subjetividade imposta pelo modo de produção e pelas relações que são, portanto, o fim do homem e de sua existência em si mesmo. Segundo Maar (2003):

A “finalidade que cabe” aos sujeitos é serem sujeitos da reprodução de um mundo em que sua condição é de sujeitos sujeitados. Os sujeitos produzem sua sujeição no tempo, como semiformação. (MAAR, 2003 p. 465)

Sendo assim, levando em consideração o campo educacional, todo o ciclo escolar, desde a educação infantil, é projetado para que as crianças trilhem um caminho útil no mundo econômico, ou seja, aumentem seu valor comercial. O que nos leva aos seguintes questionamentos: qual é o papel do professor? qual impacto têm sua prática educativa na sociedade?, qual a finalidade da formação de professores de acordo com lógica do capitalismo?

A necessidade da formação sociopolítica do futuro professor de Física

O panorama anterior da educação universitária nos obriga a direcionar nosso olhar para a formação de professores de Física e superar a visão positivista da Física, onde as verdades são únicas. Desta forma, se torna necessário uma compreensão da Física como uma atividade cultural que se constrói nas relações do sujeito com seu contexto social, em relação a outros sujeitos, em grupos de pensamento com estruturas sociológicas próprias que dependem dos contextos e, portanto, dos problemas que emergem deles (FLECK, 1934). Corroborando tais discussões, Vessuri (2002, p. 2) menciona que:

Llegar a ser científicamente desarrollados podría no necesariamente significar volverse como Europa y/o los Estados Unidos. Por lo menos sería posible alimentar la idea de que tanto en los países en vías de desarrollo como en Euro-América, pudiera haber ciencias plenamente desarrolladas que llevarán la marca de ser partes de los sistemas particulares que tienen las culturas para experimentar la naturaleza y darle sentido.

Sob tal contexto, não existe uma física única, reconhecendo que é uma atividade cultural, ela terá elementos característicos dos contextos e povos que a realizam, e isso não significa que não seja mais científica, ou seja, é possível avançar em direção à endogeneização da ciência.

Além disso, entender a física como cultura na escola, em contextos sociais, implica que o professor reconheça as potencialidades subjacentes aos diversos contextos

para o processo de ensino da física, constituindo com eles uma forma de ressignificar e recontextualizar o conhecimento da física às realidades dos alunos, dando sentido à física ensinada na sala de aula (ZANETIC, 1990).

Assim, a cultura científica é entendida como um processo de aquisição de uma segunda cultura em relação a uma primária predominante normalmente no contexto. Ou seja, como uma enculturação da natureza e dos processos da Ciência que dialogam e se relacionam com a primeira cultura. Dessa maneira, a relação dialógica entre as duas culturas (própria e apropriada) dá sentido ao mundo natural e social (COBERN; AIKENHEAD, 1998).

De acordo com o exposto, para Hoyos (2015, p.52) o sujeito político é

um ser existente com capacidade de raciocinar, de ter uma concepção do mundo com um olhar de sua natureza e seus elementos, capaz de ressignificar e entender sua realidade com suficientes habilidades para interpretar seu contexto e com criatividade para modificá-lo.

O sujeito político não apenas possui conhecimento, mas também entende esse conhecimento em um contexto específico, o que permite que ele seja construído e reconstruído enquanto constrói e reconstrói realidades. Portanto, para gerar processos de enculturação onde a dicotomia homem-natureza é rompida, a humanização da ciência exige que o professor se posicione como sujeito político, com uma formação sociopolítica para construir e reconstruir realidades e afastar-se de uma semiformação ao serviço do mercado e do capital.

Nesse sentido, a perspectiva delineada acima do encontro de duas culturas (escola e física) em que o professor (sujeito político) se torna ator fundamental, é necessário pensar sua prática pedagógica em uma relação dialética com a teoria. Ao fazer dessa relação (teoria-prática) uma unidade, pode-se interpretar que existe uma dependência mútua, deixando de lado a ideia subsidiária de prática, para uma ideia de prática no sentido marxista da práxis subjacente. Um conhecimento que, por sua vez, retrocede a teoria, o professor como sujeito político consegue ler a cultura escolar na qual seus conhecimentos e concepções são inseridos e dialogados com o contexto social. (Pimenta, 2012)

Constituição do Corpus da Pesquisa

O corpus desta pesquisa foi constituído por discursos dos documentos e textos dos sites oficiais de três Universidades públicas da Colômbia que oferecem cursos de formação para professores de Física desde antes do 2017. Cada um deles apresenta uma estrutura com: perfil profissional, missão, visão, objetivos, perfil ocupacional, características do currículo. Além disso, foi analisado o Decreto 18583 do Ministério da Educação Nacional da Colômbia e dois documentos da OCDE para Colômbia.

A partir dos estudos de Pêcheux e Orlandi, considera-se que os textos ultrapassam documentos ou elementos formais da língua:

O texto é texto porque significa. Então, para a análise de discurso, o que interessa não é a organização linguística do texto, mas como o texto organiza a relação da língua com a história no trabalho significativo do sujeito em sua relação com o mundo. (ORLANDI, 1999, p. 69)

A busca do analista de discurso em um texto é referir-se ao discurso e esclarecer as relações do texto com as formações discursivas e, conseqüentemente, as relações dessas com a ideologia. Ou seja, desvendar os efeitos da linguagem na ideologia por meio do estudo de sua materialização na língua. Portanto, neste trabalho analisamos as condições de produção que compreendem fundamentalmente os sujeitos e as situações, e incluem o contexto sócio histórico e ideológico (Orlandi, 2012), além disso, evidenciamos o interdiscurso presente nos documentos da OCDE e a Resolução do Ministério de Educação Nacional, tendo em conta que este é compreendido como o conjunto de formulações feitas e já esquecidas que determinam o que dizemos. (Ibid., 2012)

Condições de produção de discurso em cursos de formação de professores de física

Na Colômbia, até antes de 2017, havia várias denominações para programas de formação de professores, criados para atender às necessidades educacionais de acordo com as regiões. A formação de professores é ministrada em uma alta porcentagem em instituições públicas de ensino superior. No caso da formação de professores de Física, havia quatro programas de formação até antes de 2017 e alguns que ofereciam formação em duas áreas do conhecimento (Matemática e Física). No entanto, em 2017, o Ministério da Educação Nacional da Colômbia emitiu a resolução 18583 do ano 2017, na qual ajustou as características dos programas de formação de professores no país. Nela, entre outras coisas, foi regulamentado a forma, início e quantidade de créditos que deve ter a prática pedagógica e o nome dos programas acadêmicos de formação de professores (licenciaturas) referindo-se apenas a uma área disciplinar, exemplo: Licenciatura em Física, Licenciatura em Matemática. Portanto, programas com dupla disciplina, exemplo: Licenciatura em Matemática e Física, deveriam ser reformulados e passariam a contemplar apenas uma área do conhecimento.

Essas modificações estão no quadro das reformas educacionais sugeridas pela OCDE para o ingresso do país a esta organização, tais mudanças tiveram início formal em 2013 devido a uma série de reformas implementadas em diferentes áreas, incluindo a educação. Assim, a OCDE por meio do documento *Educación en Colombia (2016)*, sugeriu as principais mudanças que a Colômbia deveria fazer nas disciplinas relacionadas com a educação superior. Além desse documento, também criaram o documento intitulado *Políticas docentes efectivas (2018)*. Nestes dois documentos se reúnem uma série de estatísticas e sugestões para otimizar os processos de formação inicial e continuada dos professores. E se estabeleceu como elemento fundamental para a prática docente para *que el profesor este preparado para atender grupos numerosos*.

O discurso institucional e a falta de formação da disciplina política na formação de professores

Para a análise dos dados buscamos estabelecer a interdiscursividade, entendida como memória discursiva, levando em consideração a historicidade e a institucionalização da linguagem (Orlandi, 2012). Nesse aspecto, a seguir discutiremos alguns trechos dos documentos da OCDE: *Educación en Colombia* OCDE, MEN, (2016) y *“Políticas docentes efectivas”* OCDE, MEN, (2018) que constituirá a memória que traremos novamente ao analisar seções da Resolução do

MEN e os perfis das Universidades. Para as análises será levada em consideração a seguinte ordem apresentada no documento:

- 1)El desarrollo de un currículo nacional podría permitir que Colombia garantice que sus estudiantes adquieran la gama completa de conocimientos, competencias y valores que son fundamentales para todos los ciudadanos
- 2)Colombia no tiene definidas normas nacionales claras que estipulen las capacidades y conocimientos con los que deberían contar los profesores y directivos docentes. Las universidades cuentan con autonomía para definir sus propios programas de formación docente.
- 3)En Colombia, la falta de un componente práctico en los programas de formación docente inicial es una gran preocupación, [...] Aumentar el enfoque práctico de las Licenciaturas en Colombia será importante para que los profesores estén preparados para facilitar el aprendizaje de los estudiantes en salones numerosos. (Educación en Colombia” OCDE, MEN, 2016)

Conforme evidenciado nos trechos anteriores, a busca por um currículo nacional homogêneo que garanta *uma gama de conhecimentos, habilidades e valores fundamentais para todos os cidadãos*, têm implícito um padrão que se conhece de antemão. Diante desse contexto, é possível realizar os seguintes questionamentos: Essa gama leva em consideração a diversidade cultural e étnica da Colômbia? O que é esperado com essa homogeneização? Quais e como são determinados esses conhecimentos? Além disso, tais posturas buscam homogeneizar a formação de professores. Sendo assim, novos questionamentos emergem: Quais serão esses critérios? Por que a necessidade de homogeneizar em um país onde a diversidade é tão ampla?

Essa realidade vivenciada na Colômbia, afeta diretamente a autonomia da universidade, uma vez que, o papel das faculdades de educação no país segue desconhecido. É claro que a prática educacional é pensada de maneira instrumental, visto que o relacionamento com as inúmeras salas de aula determina que o professor deve administrar a sala de aula com condições extremas a partir das habilidades e competências desenvolvidas durante sua formação inicial.

Na sequência são apresentados trechos do documento de *Políticas docentes efectivas. (2016)*

4) Estos países también se han asegurado de que la formación docente inicial no solo aporte una formación básica sólida, un profundo conocimiento de las materias y formación en pedagogía, sino también contribuya a desarrollar las habilidades para la práctica reflexiva e investigación laboral.

5) El informe también muestra que los sistemas educativos más eficientes tienden a hacer énfasis en la formación práctica como una parte de la formación docente inicial; así, les ofrecen oportunidades hechas a medida para su formación y desarrollo profesional. Políticas docentes efectivas” OCDE, MEN, (2018)

As seções 5 e 6 faz referência ao tipo de conhecimento que os professores e a prática de ensino devem ter de acordo com o sucesso em alguns países da OCDE. Ao listar a separação dos saberes docentes a formação é entendida como uma soma de elementos, que não são apresentados de forma integrada.

Agora, na Resolução 18583 do Ministério de Educação Nacional encontramos que:

- 6) El currículo debe garantizar, igualmente, componentes formativos y espacios académicos dedicados a la investigación y la práctica educativa y pedagógica, con la supervisión apropiada para apoyar su evaluación y crítica en relación con los aprendizajes que se promueven,
- 7) Los valores y conocimientos de la formación del educador comprenderán los siguientes cuatro componentes, los cuales deben desarrollarse articuladamente: 1. Componente de fundamentos generales; 2. Componente de saberes específicos y disciplinares; 3. Componente de pedagogía, y 4. Componente de didáctica de las disciplinas.
- 8) La práctica pedagógica y educativa requiere por lo menos 40 créditos presenciales del plan de estudios del programa académico.

Levando em consideração os trechos anteriores, há evidências de uma paráfrase da maneira pela qual a prática e o ensino do conhecimento são propostos (trechos 4 e 7). Além disso, a maneira como a prática é materializada na formação de professores por meio do número de créditos garante o que a OCDE propôs nos trechos 3, 5 e 8.

A seguir são evidenciadas estas modificações em três programas de formação de professores de Física na Colômbia. Os resultados das análises mostram que dois dos três programas analisados utilizam a classificação de conhecimento proposta pelo MEN.

9) 4 componentes: Disciplinar (50%), Didáctico (13,1%), Pedagogía (18,8%), General (18,13%), Electivas (10%). *Plan de estudios. Proyecto Pedagógico.* <http://licfísica.udistrital.edu.co:8080/plan-de-estudios> (2019)

10) *Concomitantemente, el significado de práctica pedagógica del MEN (2016) se puede colegir a partir de una interpretación de su articulado que plantea: "3.2. Práctica pedagógica. Los programas de Licenciatura deberán asegurar que los estudiantes adquieran preparación en la práctica pedagógica. (Proyecto educativo de Licenciatura en Física. Universidad Distrital, 2017)*

11) La práctica pedagógica es medular en la formación inicial del profesorado de física porque brinda a los futuros profesores oportunidades para reconocer, participar, intervenir, compartir, vivir, diferentes situaciones y contextos característicos de la profesión que van a desempeñar. [...] Por esta razón, la estructura curricular de la Licenciatura en Física establece que, a partir del séptimo semestre, sus maestros en formación

Uma das características que os três programas compartilham em sua estrutura curricular é a organização dos eixos de formação. No trecho 9 vemos como se usam as mesmas categorias do que deveria saber o professor que estipula o MEN no trecho 7. Com relação à prática educacional, conceituações diferentes são evidentes em dois dos três programas. Os trechos 10 e 11 mostram uma citação das disposições do MEN que são aceitas para explicar o desenvolvimento da prática. No trecho 12, eles fazem uma conceitualização da prática pedagógica como um elemento fundamental, embora ela só se desenvolve a partir do sétimo semestre.

Considerações finais

A mercantilização da educação científica é um problema urgente para discutir e buscar meios alternativos nas comunidades acadêmicas, pois o sentido do ensino da Física está sendo determinado a partir de questões e respostas exógenas às realidades particulares de nossos povos, deixando de lado nossas próprias necessidades. Nesse sentido, é urgente e necessária a consolidação de uma comunidade latino-americana que defenda a constituição e formulação de modelos endógenos de formação de

professores de Física que respondam aos problemas locais e permitam o desenvolvimento de nossos povos.

Nessa perspectiva, é necessária uma formação de professores de Física como sujeitos políticos com autonomia para ler os contextos e participar de sua transformação, ou seja, formação de agentes de sua própria transformação e de sua realidade imediata, com leituras crítica das normas institucionais, que regulam seu trabalho e com o exercício de liderança assertiva para contribuir com a constituição de modelos alternativos de formação de professores que reconheçam nossas realidades.

Referências

COBERN, W. W.; AIKENHEAD, G. S. Cultural Aspects of Learning Science. International Handbook of Science Education, 1998.

FLECK, L. La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Alianza, 1987.

GOERGEN, P. Tecnociência, pensamento e formação na educação superior. Avaliação, v.19, n.3, p. 561- 584, 2014.

HEISENBERG, W. La imagen de la naturaleza en la física actual. Barcelona: Ediciones Orbis, 1985.

HOYOS, N. El rol del profesor desde su concepción de ciencia: aportes a la construcción de sujeto político (Universidad del Valle), 2016.

MAAR, L. W. Adorno, semiformação e educação. Educ. Soc, v. 24(83), p. 459-476, 2003.

OCDE, Educación en Colombia: Aspectos destacados, 2016.

OCDE. Políticas docentes efectivas. Conclusiones del informe PISA. 2018

ORLANDI, E. P. Análise de Discurso: princípios e procedimentos. Campinas: Pontes Editores, 1999, 100p.

PIMENTA, S.G. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. Revista da Faculdade de Educação da USP. V. 22 n. 2. p 72-89. 1996.

SERAFIM, M.P. O processo de mercantilização das instituições de educação superior: um panorama do debate nos EUA, na Europa e na América Latina. Avaliação, v. 16, n.2, p. 241-265, 2011.

UNIVERSIDAD DISTRITAL DE COLOMBIA. Proyecto educativo de Licenciatura en Física. Universidad Distrital, (2017). Consultado en <http://licfísica.udistrital.edu.co:8080/plan-de-estudios>.

UNIVERIDAD PEDAGOGICA NACIONAL DE COLOMBIA. Licenciatura en Física. <http://cienciaytecnologia.pedagogica.edu.co/vercontenido.php?idp=373&idh=375&idn=8024>

UNIVERSIDAD DE SUCRE. Licenciatura en Física. <https://unisucre.edu.co/educacion/index.php/programas/pregrado/licenciatura-en-fisica>

ZANETIC, J. Física é cultura, ciencia e cultura, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2015

Linha 10

Questões
teórico-metodológicas
e novas demandas
na pesquisa em
ensino de Física

Apresentações Orais

Considerações epistemológicas e ontológicas sobre a natureza da pesquisa em ensino de Física e seus referenciais teóricos; ensino de Física como campo científico; identificação de tendências e perspectivas teóricas e metodológicas na pesquisa na área.

A TEORIA DA FLEXIBILIDADE COGNITIVA E OS CONCEITOS UNIFICADORES: ENCADEAMENTOS E IMPLICAÇÕES TEÓRICAS

THE THEORY OF COGNITIVE FLEXIBILITY AND THE UNIFYING CONCEPTS: LINKS AND THEORETICAL IMPLICATIONS

Graciely Rocha Braga¹

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, graciely.braga@uesb.edu.br

Resumo

As pesquisas em ensino de Ciências sinalizam para o ensino comprometido com a formação de um cidadão contemporâneo, capaz de fazer julgamentos, tomar decisões, apresentar explicações e utilizar de maneira adequada diferentes tecnologias. Os Conceitos Unificadores intentam minimizar o fracionamento dos conhecimentos das Ciências da Natureza na educação escolar e possibilitar o desenvolvimento de temas significativos na sala de aula. A resolução de problemas e tomadas de decisões também são objetos de estudo da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), e estão associados à transferência do conhecimento para novas situações, requerendo o desenvolvimento de estruturas de conhecimento flexíveis. Para isto a TFC utiliza uma abordagem de conteúdo centrada no estudo de casos. Neste trabalho, destacamos a função que a TFC e os Conceitos Unificadores podem assumir como teorias que se complementam e, articulados numa via de mão dupla, avançam na estruturação e desenvolvimento de situações de ensino potenciais para apropriação de conhecimentos que exerçam uma influência significativa no enfrentamento de situações-problemas das Ciências ou da vida diária dos estudantes.

Palavras-chave: Teoria da Flexibilidade Cognitiva, Conceitos Unificadores, Ciências da Natureza.

Abstract

Research in science education signal for teaching committed to the formation of a contemporary citizen, capable of making judgments, making decisions, presenting explanations and using different technologies appropriately. The Unifying Concepts aim to minimize the fraction of the knowledge of Natural Sciences in school education and to enable the development of significant themes in the classroom. Problem solving and decision making are also objects of study of the Theory of Cognitive Flexibility (TFC), and are associated with the transfer of knowledge to new situations, requiring the development of flexible knowledge structures. For this, TFC uses a content approach centered on case studies. In this work, we highlight the role that TFC and the Unifying Concepts can assume as theories that complement each other and, articulated in a two-way street, advance in the structuring and development of potential teaching situations for the appropriation of knowledge that exert a significant influence in coping problem situations in science or in students' daily lives.

Keywords: Theory of Cognitive Flexibility, Unifying Concepts, Natural Sciences.

Introdução

As pesquisas em ensino de Ciências que aproxima temáticas da Ciência e Tecnologia com a sala de aula sinalizam para o ensino compromissado com a formação de um cidadão contemporâneo (MENEZES, 1980; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; SASSERON; MACHADO, 2017), Documentos oficiais também indicam que as Ciências da Natureza devem criar condições para que os estudantes possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar a cultura científica, desenvolvendo um pensamento não apenas capaz de compreender e interpretar o mundo, mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das Ciências. (BRASIL, 2017; 2018).

Alguns temas importantes atravessam os limites disciplinares, quer estejamos a considerar o funcionamento do corpo humano, a produção de energia elétrica, ou a história de civilizações primitivas. São temas que transcendem as disciplinas e que se tornam férteis para explorar diferentes problemáticas em diferentes áreas do conhecimento, espaços e épocas. Constatamos nos trabalhos de Angotti (1993) quatro conceitos, superiores às disciplinas, fluidos e não estruturados rigorosamente, denominados Conceitos Unificadores: *transformações, regularidades, energia e escalas*. Os Conceitos Unificadores intentam minimizar o fracionamento dos conhecimentos das Ciências da Natureza na educação escolar e possibilitar o desenvolvimento de temas significativos na sala de aula.

Por sua vez, a resolução de problemas e tomadas de decisões são objetos de estudo da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), e estão associados à transferência do conhecimento para novas situações. “O conhecimento que terá que ser usado de várias maneiras tem que ser aprendido, representado e experimentado (em aplicação) de muitas maneiras” (SPIRO et al., 1988, p.3, tradução nossa), requerendo novas formas de conceber o processo de ensino e aprendizagem. Na busca pelo desenvolvimento de estruturas de conhecimento flexíveis, a TFC utiliza uma abordagem de conteúdo centrada no estudo de situações reais, os casos, estes devem ser variados e abrangerem diferentes perspectivas do contexto para que os alunos desenvolvam um pensamento complexo (SPIRO, 1987).

Entendemos que esses casos devem ser organizados tendo como guia um currículo relevante que possibilite uma variabilidade conceitual e estes sejam analisados por uma dimensão epistemológica. Neste trabalho, buscamos verificar a função que a TFC e os Conceitos Unificadores podem assumir como teorias que se complementam e, articulados numa via de mão dupla, avançam no que diz respeito à estruturação e desenvolvimento de situações de ensino potenciais para apropriação de conhecimentos que exerçam uma influência significativa na formação cultural científico-tecnológica e na melhoria do raciocínio no enfrentamento de situações-problemas das Ciências ou da vida diária dos estudantes.

Múltiplas Representações do Conhecimento: A Teoria da Flexibilidade Cognitiva

A capacidade de usar o conhecimento de modo flexível e adaptá-lo de forma eficiente a contextos variados é o principal propósito da TFC; uma teoria de ensino,

aprendizagem, representação e aplicação do conhecimento que vem sendo desenvolvida desde a década de 80 por Rand Spiro e colaboradores. Os primeiros trabalhos sobre a TFC aludem às dificuldades que alunos de medicina nos Estados Unidos apresentavam em transferir os conhecimentos adquiridos nas aulas para novas situações, problema verificado por Spiro e colaboradores após pesquisar a razão de tantos processos causados por negligência médica (PESSOA, 2001).

A TFC delimita a sua aplicação para aprendizagem de conhecimentos a um nível avançado, em domínios complexos e pouco estruturado. Nesse nível o estudante adquire uma compreensão mais profunda do assunto a fim de possibilitar a aplicação desse conhecimento em diferentes contextos. Um domínio complexo e pouco estruturado é caracterizado por um grande número de conceitos que interagem de diferentes formas. Conceitos em que a relação é relevante para explicar uma situação, ou, associação de conceitos que se torna incoerente para se aplicar a um caso; visto que, a irregularidade está associada à complexidade e pouca estruturação, sendo necessário se atentar ao todo e à interação com os contextos (SPIRO et al, 1987).

A TFC busca desenvolver no sujeito a capacidade de “representar o conhecimento de forma flexível na memória e recombinar essas representações para compreender diferentes contextos” (SPIRO et al, 1987, p.2, tradução nossa), ou seja, desenvolver a Flexibilidade Cognitiva. Mas como o conhecimento deve ser adquirido e organizado para facilitar uma gama de aplicações futuras? Dentre as inúmeras sugestões apresentadas pela TFC, estão as múltiplas representações do conhecimento, o estudo de casos, conhecimento conceitual aplicado ao caso, interconexões entre os casos e participação ativa dos estudantes.

As múltiplas representações do conhecimento é uma das mais importantes recomendações da TFC. Ao invés de representações de conhecimento engessadas, as múltiplas representações de conhecimento ou múltiplas perspectivas de análise ou explicações de determinada situação buscam representar o conhecimento de muitas maneiras, permitindo que o conhecimento seja usado de diferentes formas para diferentes fins. As representações são construídas para se ajustarem à necessidade de um determinado contexto, “[...] as múltiplas representações não se limitam aos conceitos ou temas, mas estende-se aos casos” (PESSOA, 2001, p.157).

Os casos são elementos cruciais na TFC para possibilitar um conhecimento aplicado, a abordagem de conhecimento é centrada no estudo de casos. Estes são situações reais, podem ser um capítulo de um livro, uma notícia, um acontecimento histórico; devem ser variados e abrangerem diferentes dimensões do conhecimento, constituem uma unidade complexa que engloba aspectos gerais do conhecimento (BRAGA, 2019). Cada caso complexo do mundo real é decomposto e representado ao longo de muitas perspectivas ou unidades menores - os mini casos. Estes permitem que aspectos importantes que se perderiam no estudo do todo sejam vistos de maneira relevante. “[...] Além disso, torna-se mais fácil estabelecer relações entre unidades pequenas, os mini casos, do que unidades maiores, casos” (PESSOA, 2001, p. 174).

Na TFC, o conhecimento é construído através da sua utilização, conhecimento para uma aplicação efetiva em detrimento de conceitos abstratos, o conhecimento está nos casos e mini casos. As representações do conhecimento são altamente interligadas, os conceitos não podem ser ensinados como fragmentos

separados, mas relacionados. Assim, deve-se estabelecer conexões entre os casos e mini casos, principalmente entre casos aparentemente distintos, permitindo que muitas rotas possíveis se estabeleçam para reestruturações futuras, análises e compreensões de novos casos.

Travessia da Paisagem em Várias Direções: Os temas e os cruzamentos temáticos

Os temas apresentam o conhecimento pertinente para interpretar os casos, em alguns trabalhos (PESSOA, 2001) o termo é utilizado como sinônimo de conceitos ou princípios. Vidmar (2017), buscando verificar as potencialidades de atividades didáticas no ensino de Física mediadas por hiperfídmias com alunos do 3º ano do Ensino Médio, fez uso de diferentes casos, por exemplo, o caso: ligação de circuito elétrico nas residências e mini casos: mono, bi e trifásico; 127 V e 220 V; Ligação dos aparelhos elétricos. O caso e mini casos foram analisados pelos temas/conceitos: corrente elétrica, frequência, lei da conservação de energia, lei de Ohm, potência elétrica, resistência elétrica e tensão elétrica.

A seleção dos temas constitui uma etapa complexa pelo número restrito de temas a serem utilizados e pelas implicações que estes têm na compreensão dos casos. Os temas devem ser ensinados em contextos, aplicados às situações, os mini casos são decompostos por meio dos diferentes temas que se lhe aplicam. Os temas/conceitos devem ser variados, “ao apresentarem-se vários temas para abordar os casos, o aprendiz vai tendo consciência de que um só tema restringe a compreensão do mini caso” (PESSOA, 2001, p.178).

Nos comentários temáticos realizados pelo professor, com a participação dos estudantes, estes compreendem como um determinado tema/conceito se aplica a cada caso/mini caso. A TFC argumenta que a aprendizagem implica na participação ativa do sujeito aprendiz, quanto maior for o envolvimento deste, mais rapidamente ele compreende o conteúdo (SPIRO, 1987; PESSOA, 2001).

Ao final, o caso terá que ser reconstruído pela combinação de aspectos dos diferentes mini-casos. Ao se repetir um tema de análise conceitual no contexto de outro mini-caso, bem como, compreender o mesmo mini-caso por várias dimensões temáticas, vai se estabelecendo múltiplas conexões entre mini casos de diferentes casos. Isto permite que o estudante realize por meio dos temas uma passagem por vários mini-casos percebendo como diferentes características se sobrepõem para evidenciar um ou vários aspectos dos casos (BRAGA, 2019; PESSOA, 2001).

Abordagem Conceitual Unificadora no Ensino de Ciências: os Conceitos Unificadores

No intento de superar o conhecimento fracionado e estacionário na educação escolar, desvinculado do contexto histórico e social, fruto de uma ciência que aparenta não ser produto humano, os Conceitos Unificadores “vão na direção das totalidades, das estruturas de conhecimento articulado e dinâmico, contra as fragmentações exageradas que não consideram muito mais que nomenclaturas, fórmulas, memorizações” (ANGOTTI, 1993, p.196). Estes aportam-se no enfrentamento da tensão entre fragmentos e totalidades do conhecimento nas Ciências da Natureza.

Os Conceitos Unificadores carregam para o processo de ensino-aprendizagem uma dimensão epistêmica que busca apresentar o conhecimento elaborado, construído e em construção indissociável da Ciência, Tecnologia e Sociedade e dos aspectos conflitantes de cada época. Tal como uma dimensão pedagógica que lhe possibilita implementação e disseminação em sala de aula, estruturando programas de disciplinas e situações de ensino. Ambas dimensões se aportam no ensino de ciências naturais por meio de temas, na perspectiva freiriana. Temas plurais, submissos às demandas locais, regionais, nacionais e/ou globais que abarcam grandes contradições, a fim de que a visão de mundo e a consciência do aluno transformem-se para que este possa melhor interpretar e se relacionar com a natureza e sociedade (ANGOTTI, 1993).

Os Conceitos não são teorias, mas nelas estão presentes e delas fazem parte, não estão presos a modelos, embora participem da construção destes, são fluidos e não estruturados rigorosamente. *Transformações*, *regularidades*, *energia e escalas*, além de unificadores são supradisciplinares e podem estreitar vínculos entre cientistas, professores, alunos e currículos e possibilitar a construção de um conhecimento complexo. *Transformações* da matéria viva e/ou não viva em todas as dimensões do espaço e do tempo. *Regularidades* categorizam e agrupam as transformações mediante regras, semelhanças, ciclos abertos e fechados, recorrências e/ou conservações no espaço e no tempo (ANGOTTI, 2015, p.11).

Energia incorpora os dois anteriores, com a vantagem de atingir maior abstração, de estar acompanhado de linguagem matemática de grande generalização e condensação, para instrumentalizar transformações e conservações, e ainda de estar associado à degradação. *Escalas* enquadram os eventos estudados nas mais distintas dimensões, sejam ergométricas, macro ou microscópicas a nível espacial; de durações normais, instantâneas ou remotas a nível temporal; ou com auxílio dos três conceitos anteriores (ANGOTTI, 2015, p.11).

Conceitos Unificadores e a Teoria da Flexibilidade Cognitiva: aportes teóricos e práticos

No processo de seleção e desconstrução dos casos, a escolha dos temas e/ou conceitos é de fundamental importância, pois estes implicam na compreensão do domínio, promovem a travessia temática e possibilitam uma mudança na forma de pensar o problema por parte dos estudantes, e em suas posturas diante da problemática. Ainda, os temas devem ser relevantes para os estudantes, permitindo que as situações possibilitem a participação efetiva dos estudantes (PESSOA, 2001). Os Conceitos Unificadores, com sua veia epistêmica articulada à perspectiva freiriana, pode permitir a escolha e análise de casos e mini casos por meio de temas associados com os conteúdos, todavia, mais abertos e relacionados com a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, e/ou casos que evidenciem situações-problemas vivenciadas pelos sujeitos aprendizes.

Os casos reais tendem a possuir uma complexidade multifacetada, por isso os conceitos são variáveis na sua aplicação, críticos na compreensão de outros conceitos, com os quais se relacionam e interagem para analisar os casos, resultando em múltiplas representações do conhecimento e interconexão entre os casos. Os Conceitos Unificadores, em função da sua dimensão e abstração, podem proporcionar duas formas de múltiplas representações: 1- analisar o caso por diferentes Conceitos Unificadores; 2- permitir que um Conceito Unificador se aplique

a situações distintas. A abordagem unificadora dada aos casos pode desenvolver nos estudantes um pensamento flexível, articulado, dinâmico e menos fragmentado.

Braga (2019), a fim de analisar o potencial da TFC como estruturante dos Três Momentos Pedagógicos, em especial o momento Aplicação do Conhecimento, para promover a Flexibilidade Cognitiva pelos alunos da Educação de Jovens e Adultos, empregou a temática Produção, Transmissão e Consumo da Energia Elétrica para nortear os casos/mini casos e conceitos da Física. Para os propósitos deste trabalho, focaremos a nossa atenção para exemplificar brevemente como os Conceitos Unificadores estão presentes no caso: “Um banho diferente”, este retrata através de uma tirinha situações relacionadas ao consumo da energia elétrica, tempo de uso dos aparelhos elétricos, aparelhos elétricos resistivos, instalação elétrica, condutores, isolantes e choques elétricos. No quadro a seguir, apresentamos os mini casos derivados do caso, descrição destes, os Conceitos Unificadores e a conceituação física para melhor compreensão das situações.

Quadro 1 : Mini casos e Conceitos Unificadores

MINI CASO	DESCRIÇÃO	CONCEITOS UNIFICADORES	CONCEITUAÇÃO
“Lâmpadas incandescentes saem do mercado a partir de julho”	Economia de energia elétrica com a troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes e LEDs; e custo benefício.	Regularidades, Transformações, Energia e Escalas.	Temperatura, conservação da energia, efeito Joule, energia cinética e térmica, potência, tensão e corrente elétrica, unidades.
“O Chuveiro elétrico e as diferentes temperaturas da água”	Funcionamento de um chuveiro elétrico, instalação elétrica e hidráulica; e uso correto do aparelho.	Regularidades, Transformações, Energia e Escalas.	Temperatura, pressão, conservação da energia, energia cinética e térmica, relações entre grandezas físicas (potência, tensão, corrente elétrica e resistência).
“Tempestade com raios atinge Vitória da Conquista”	Condutores e isolantes, funcionamento e importância dos para-raios; e choques elétricos.	Regularidades, Transformações, Energia e Escalas.	Estrutura atômica, eletrização, energia potencial elétrica, distribuição de cargas elétricas em condutores.
“Aneel confirma bandeira tarifária vermelha 2 em novembro, com novo valor: R\$ 5 para cada 100 kWh”	Funcionamento das bandeiras tarifárias e a causa e implicações do uso dessas bandeiras	Regularidades, Transformações, Energia e Escalas.	Tempo, energia elétrica, relação entre a energia elétrica consumida e as grandezas tempo e potência, unidades.

[Fonte: adaptado de BRAGA, 2019].

O Conceito Unificador *energia*, que demarcou todo o trabalho em função da sua amplitude, oportunizou a escolha do caso e mini casos em diversos contextos, bem como seleção dos conceitos da Física (energia cinética, térmica, entre outras formas). No decorrer das atividades os conceitos *transformações*, *regularidades*, e *escalas* foram empregados para evidenciar diferentes aspectos do caso/mini casos, e a conceituação física relevante para compreensão das situações em consonância com as demandas formativas dos sujeitos aprendizes, como o consumo de energia

elétrica em diferentes escalas, o princípio da conservação da energia, efeito térmico da corrente elétrica ou as relações matemáticas entre as grandezas físicas. O trabalho, ao final, explicitou que os Conceitos Unificadores tiveram uma configuração tão importante quanto os Três Momentos Pedagógicos para o estudo em questão.

Ao se utilizar os conceitos para desconstruir cada mini caso e assim compreender a complexidade do caso, múltiplas interconexões entre as situações são possibilitadas, fomentando a construção de estruturas de conhecimento em rede. Essa perspectiva da TFC pode viabilizar um pensamento unificador não apenas em temas de *transformação, regularidades, energia e escalas*, mas na concepção de um sistema, em que é necessário compreender as partes e como elas se relacionam umas com as outras para compreender o todo.

Ainda, os Conceitos Unificadores podem estar presentes nos casos para demarcar a extensão e profundidade de tratamento destes, o mesmo caso pode ser visto em anos diferentes da educação básica, e os Conceitos Unificadores definirão a profundidade com que serão desenvolvidos os conteúdos para análise do caso. Spiro et al (1991), recomenda a utilização de hipertextos para a efetivação da TFC, argumentado que hipermídias podem favorecer conexões entre diferentes informações de forma não linear, os Conceitos Unificadores podem conceber atividades didáticas baseadas em pressupostos da TFC na *Web 2.0*.

Considerações Finais

As demandas atuais da sociedade requerem da escola a discussão de temáticas que influenciam a vida dos estudantes. Inserir conhecimento científico e tecnológico que permeia a vida cotidiana dos alunos é o desafio das Ciências da Natureza, constituindo-se necessário o desenvolvimento de práticas que priorizem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e a interação com as demais áreas do conhecimento. Assim como, desenvolver no aluno a capacidade de utilizar o conhecimento adquirido na escola em diferentes e novas situações-problema. Em consonância, os Conceitos Unificadores buscam desenvolver temas significativos de amplo alcance em sala de aula, propiciando conhecimentos de Ciências da Natureza a fim de ser um real instrumento para qualquer profissão e atividade de cidadania, partilhando a cultura elaborada (ANGOTTI, 2016).

Consideramos que os pressupostos da TFC podem potencializar a dimensão epistemológica e pedagógica dos Conceitos Unificadores, permitindo a disseminação e efetivação dos Conceitos Unificadores em sala de aula, estruturando situações de ensino que partilham temáticas relevantes para os estudantes, podendo possibilitar a construção de um pensamento crítico em relação às problemáticas de sala de aula, mas também as vivenciadas na sua realidade, e atuação interventiva sobre as mesmas. Esta conclusão empírica advém do trabalho desenvolvido por BRAGA (2019) e os desdobramentos serão apresentados em trabalhos posteriores. Por outro lado, os Conceitos Unificadores podem viabilizar a seleção dos temas, casos e conceitos, permitindo uma abordagem unificadora e o estudo de conceituações científicas importantes para a construção de um conhecimento aplicável e elaborado. Trabalhos nessa perspectiva podem vir a ser desenvolvidos à medida que os estudos avancem e se consolidem.

Referências

- ANGOTTI, J.A.P. Conceitos Unificadores e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. s, p. 191-198; 1993.
- ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFSC/EAD/CFM/CED, 2015. Disponível em: <<http://ced.ufsc.br/files/2016/01/Livro-Angotti.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2020.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2020.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2020.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.P.; PERAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.
- BRAGA, G.R. **A Teoria da Flexibilidade Cognitiva como estruturantes dos Três Momentos Pedagógicos: contribuições ao ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos**, Dissertação (Mestrado em Ensino), Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2019.
- MENEZES, L.C. Novo (?) método (?) para ensinar (?) física (?). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.2, n.2, p.85-97, 1980.
- PESSOA, M.T.R. **Aprender a Pensar como Professor - contributo da metodologia de casos na promoção da flexibilidade cognitiva**, Tese (Doutorado) – Faculdade de Psicologia e de Ciências da Faculdade da Educação, Universidade de Coimbra, 2001.
- SASSERON, L. H.; MACHADO, V.F. **Alfabetização Científica na prática: inovando a forma de ensinar Física**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2017
- SPIRO, R.J.; VISPOEL, W.; SCHMITZ, J.; SAMARAPUNGAVAN, A.; BOERGER, A. Knowledge Acquisition for Application: Cognitive Flexibility and Transfer in Complex Content Domains. In: BRITTON, C.; GLYNNI, S. M. (eds), **Executive Control in Processes in Reading**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 177-199, 1987.
- SPIRO; COULSON, R.; FELTOVICH, P.; ANDERSON, D. Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. **Anais**. Conference of the Cognitive Science Society, 10, 1988, Hillsdale, NJ: Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1988.
- Spiro, R.; Feltovitch P.; Coulson, R.; Jacobson, M. **Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains**. USA, Educational Technology, 1991.
- VIDMAR, M.P. **Atividades didáticas de Física mediadas por hiperídia: potencialidades para o desenvolvimento da Flexibilidade Cognitiva**, Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-2017.

DIMENSÃO HUMANA COMPREENSIVA E MOTIVAÇÃO DE ALUNOS DE ENGENHARIA PARA APRENDER FÍSICA

COMPREHENSIVE HUMAN DIMENSION AND MOTIVATION OF ENGINEERING STUDENTS TO LEARN PHYSICS

Alcides Goya¹

¹UTFPR/Departamento de Física, goya@utfpr.edu.br

Resumo

Nesta pesquisa busca-se uma alternativa para melhorar a motivação de alunos para aprender ciências de acordo com um modelo motivacional que priorize uma dimensão humana mais compreensiva ao considerar três níveis de motivações: extrínsecas, intrínsecas e transcendentais. Dado o fato de ser pouco conhecido no nosso país, procurou-se fazer uma contextualização e fornecer uma justificativa teórica do uso deste modelo a partir da evolução da Teoria da Autodeterminação – Self Determination Theory (SDT) e da Teoria de Metas de Realização. Em um esforço por buscar uma alternativa para contribuir com o crescimento da motivação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, o presente estudo trouxe também, como resultado prévio, as respostas a um questionário no qual pede-se aos alunos para fazerem uma autoavaliação sobre as suas motivações e desmotivações. Foram coletadas respostas de 102 alunos de três áreas de Engenharia de uma faculdade pública. As análises dos resultados dão indícios de que o altruísmo, um dos principais traços desta dimensão humana mais compreensiva, foi considerado relevante pelos estudantes, que cursavam a disciplina de Física.

Palavras-chave: modelos motivacionais; motivação de alunos, ensino de física.

Abstract

This research seeks an alternative to improve students' motivation to learn science according to a motivational model that prioritizes a more comprehensive human dimension by considering three levels of motivation: extrinsic, intrinsic and transcendent. Given the fact that it is little known in our country, we tried to contextualize and provide a theoretical justification for the use of this model from the evolution of the Self Determination Theory (SDT) and the Achievement Goals Theory. In an effort to seek an alternative to contribute to the growth of students' motivation in the teaching and learning process, the present study also brought, as a previous result, the answers to a questionnaire in which students are asked to self-assess their motivations and demotivations. Responses were collected from 102 students from three engineering areas of a public college. The analysis of the results gives evidence that altruism, one of the main traits of this more comprehensive human dimension, was considered relevant by the students who attended the Physics discipline.

Keywords: motivational models; motivation of students, physics teaching.

Introdução

A literatura mostra que o ensino de ciências no Brasil padece de um problema crônico que se manifesta na distância entre as pesquisas e a prática nas salas de aula (LABURÚ et al., 2011). Mesmo com o aumento da quantidade de mestrados profissionais, na área de ensino de ciências, o impacto sobre a qualidade da educação continua reduzido (RESENDE; OSTERMANN, 2015) e os estudantes continuam com motivação baixa para aprender ciências (CLEMENT et al., 2015). Em um esforço por buscar uma alternativa para contribuir com o crescimento da motivação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, este trabalho apresenta uma alternativa para o estudo da motivação de alunos para aprender ciências conforme um modelo motivacional que considera três níveis de motivações: extrínsecas, intrínsecas e transcendentais (LOPEZ, 1996; PUIG; CASACUBERTA, 2013). Pelo fato de ser pouco conhecido no nosso país, nos parágrafos seguintes, procura-se dar uma contextualização e justificativa teórica do uso deste modelo.

Uma das teorias motivacionais de maior influência nas organizações empresariais permitiu estabelecer uma hierarquia das necessidades humanas e postular um dinamismo, por meio do qual apareceram as motivações para satisfazer essas necessidades (MASLOW, 1954). McGregor considerou que as necessidades inferiores da hierarquia de Maslow (fisiológicas e de segurança) corresponderiam aos fatores extrínsecos e as necessidades superiores (sociais, autoestima e auto realização) corresponderiam aos fatores intrínsecos (McGREGOR, 1966). Nesse contexto, surgiu a Teoria da Autodeterminação – Self Determination Theory (SDT), que destacou a existência de três necessidades psicológicas básicas e inatas como determinantes da motivação intrínseca: competência, autodeterminação e conexão afetiva (DECI; RYAN, 2000, 2007). Um refinamento teórico levou à identificação de quatro tipos, qualitativamente diferenciados de motivação extrínseca, estabelecendo um *continuum* em ordem crescente de internalização: a motivação externa, a introjetada, a identificada e a integrada. Nesse *continuum* a motivação intrínseca aparece à direita da motivação extrínseca integrada (DECI; RYAN, 2007; PAIVA et al., 2018). O primeiro nível, identificado como regulação externa, tem como características principais o de buscar recompensas ou evitar ameaças, ou punições. O segundo nível, regulação por introjeção, a pessoa cumpre a atividade para evitar sentimento de culpa ou de ansiedade. No terceiro nível, regulação identificada, a pessoa se identifica e age de bom grado, porque os reguladores externos estão alinhados com os seus valores pessoais. No quarto nível, regulação integrada, há mais harmonia entre as regulações assimiladas e os valores, necessidades, metas e identidades anteriormente consolidadas dentro do indivíduo. Finalmente, aparece a motivação intrínseca, que é caracterizada por interesse pela atividade em si, sem haver a necessidade de atingir alguma meta, mesmo que seja de importância pessoal, mediante o desenvolvimento da tarefa (DECI; RYAN, 2000; CLEMENT et al., 2014).

Outra linha de estudos, que possivelmente tenha recebido influência do modelo de Maslow, é a Teoria da Necessidade de Realização (ATKINSON, 1957). Essa teoria deu origem à moderna Teoria de Metas de Realização, que consiste em percepções do propósito ou razão para agir, ou seja, de um porquê de a pessoa se envolver em uma atividade, aplicar esforço e persistir (AMES, 1992; SENKO; HULLEMAN, 2013). Entre os vários rótulos com que foram denominadas as metas, destaca-se a orientação à meta domínio (ou meta aprender) e as duas metas

performances (aproximação e evitação). Ao passo que a meta domínio está associada a esforço, persistência e é facilitadora de motivação intrínseca, as duas metas performances denotam preocupação do aluno por demonstrar capacidade (aproximação) ou de evitar aparecer como incompetente (evitação) (BZUNECK, 2004). Entre outras metas que surgiram nas pesquisas, é importante mencionar as metas futuras ou Perspectiva do Tempo Futuro (PTF) (HUSMAN; LENS, 1999; KOZUKI, 2015). Segundo a PTF, a motivação é o resultado da combinação de valorização de uma meta futura e da percepção da ligação das tarefas e comportamentos atuais. Num estudo longitudinal de dois anos, ao buscar compreender o papel de metas futuras, Yeager, Bundick e Johnson (2012) encontraram que 36% dos adolescentes relataram que na profissão futura esperam contribuir para algo além de si, pois isso lhes traria satisfação pessoal.

As pesquisas relatadas nos dois parágrafos anteriores, tanto no que se refere ao refinamento da teoria SDT, especialmente na regulação identificada e na regulação integrada, bem como na teoria de metas, especificamente com relação às metas futuras, mostraram que houve a necessidade de aprofundar alguns aspectos importantes nas motivações humanas, como os valores pessoais e metas que estão além de si. Essas considerações mostram que a complexidade das relações humanas parece indicar a necessidade de se estudar, sob a perspectiva de algum referencial, que considere as dimensões superiores mais abrangentes do ser humano (GAVIOLI, 2013; PUIG; CASACUBERTA, 2013).

Por outro lado, as experiências vivenciadas e analisadas por Victor Frankl nos campos de concentração da 2ª guerra mundial (FRANKL, 2015), mostraram que, os que tinham maior probabilidade de sobrevivência, foram aqueles que pensavam que havia alguém ou alguma coisa que os esperava, ou seja, quando concentravam seus pensamentos para além de si, quando conseguiam viver o que ele chamou de “autotranscendência” da existência humana (FRANKL, 1989). Por autotranscendência se entende dirigir-se e ordenar-se a algo ou a alguém, ser para além de si mesmo, por isso, alguns a denominam como motivação “transcendente” (PÉREZ LÓPEZ, 1996). A denominação para essa nova qualidade motivacional surgiu em um contexto empresarial, mas já vem sendo utilizada, também, no âmbito acadêmico (CARRASCO; BAGNOL, 2000), uma vez que se fundamenta em um modelo esquemático, relativamente simples de entender (PUIG; CASACUBERTA, 2013). Sem pretender revisar todo o modelo antropológico ou humanista de Pérez López (1996), um aspecto interessante desse modelo no presente estudo é a distinção que se faz entre motivo para ação e a motivação: o motivo atrai e a motivação impulsiona para alcançá-lo. Nessa teoria são considerados três tipos de motivos que agem como atração: extrínsecos (o pagamento por um trabalho, os elogios recebidos ao fazê-lo, etc.), intrínsecos (o aprendizado, o gosto de executar uma tarefa, etc.) e transcendentais (a satisfação de atender a uma necessidade alheia, a ajuda que se está prestando a um companheiro de trabalho, etc.). Ao passo que os motivos extrínsecos e intrínsecos estão mais relacionados com as necessidades materiais e cognitivas, os motivos transcendentais estariam preponderantemente relacionados com as necessidades afetivas/espirituais. Por necessidades afetivas/espirituais se entendem a satisfação de uma necessidade alheia, a necessidade de dirigir-se e ordenar-se a algo ou a alguém, para além de si mesmo (FRANKL, 1989).

Para ilustrar essa teoria, considere-se um aluno que estude para um dia ganhar dinheiro e boa fama (extrínsecos), para fazer as coisas que lhe são atrativas

e para as quais se sente preparado ou capaz (intrínsecos) e, também porque deseja prestar um serviço aos outros (altruísmo) ou fazer algo bom que traga benefícios para além de si mesmo (transcendentes). Nessa perspectiva, pode-se imaginar que seria comum que esse aluno atuasse movido pelas três classes de motivos, e, dependendo do valor que ele dê para cada um dos motivos, poderia haver alguma predominância de um em relação aos outros. Esse exemplo mostra a importância dos motivos transcendentais, pois na linguagem comum, costuma-se dizer que uma pessoa é muito humana quando tem em conta o que ocorre com outras pessoas e está sempre disposta a ajudá-las, o que implica no predomínio da motivação transcendente.

Ao fazer uma comparação com a teoria SDT e a teoria de Metas, comentadas anteriormente, pode-se dizer que o modelo de Pérez López (1996), ao considerar a dimensão humanista mais compreensiva, aprofunda-se nos valores, e fornece uma nova classe de motivações e de metas. No entanto, não se trata apenas de um simples acréscimo aos modelos anteriores, mas de uma mudança de paradigma sobre o que se entende por ser humano; pode-se dizer que ocorre um salto do psicossociológico para o antropológico ou humanista (PUIG; CASACUBERTA, 2013).

Em um esforço por buscar uma alternativa para contribuir com o crescimento da motivação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, o presente estudo trouxe também, como resultado prévio, as respostas a um questionário, composto por três questões nas quais pede-se aos alunos para fazerem uma autoavaliação sobre as suas motivações e desmotivações.

Procedimentos Metodológicos

As contribuições teóricas e práticas, estudadas nas seções anteriores, justificaram fazer um estudo prévio para verificar até que ponto essa dimensão humana mais compreensiva seria considerada no contexto escolar, especificamente em uma disciplina de uma carreira técnica. Nesse intuito, foi elaborado um questionário com o objetivo de verificar possíveis indícios de motivação humana mais compreensiva (quadro 1). A amostra de dados foi coletada pelo mesmo professor, em três cursos distintos de engenharia ambiental, mecânica e química, ao final do período do curso introdutório da disciplina de física.

O questionário ficou composto por três perguntas ou questões e em todas pede-se aos alunos para fazerem uma autoavaliação sobre as suas motivações e desmotivações, com uma nota entre zero (0) e dez (10). Na primeira pergunta pede-se, explicitamente, para que os estudantes avaliem se suas principais motivações para estudar física são extrínsecas, intrínsecas, altruístas ou nenhuma das três. Para que o estudante possa discernir entre as três motivações, são dados, pelo menos, dois exemplos para cada qualidade motivacional. A segunda pergunta, semelhante à primeira, pede também para que os estudantes avaliem se sua motivação para aprender física está mais relacionada com uma das três qualidades anteriores; contudo, nessa questão, não ficam explícitas as motivações intrínsecas, extrínsecas e altruístas. A terceira pergunta é a inversa da segunda, ou seja, pede-se para que os estudantes avaliem não a motivação, mas a sua desmotivação com relação às três qualidades motivacionais, ou seja, o objetivo é confirmar ou não as respostas da segunda pergunta. Para não confundir os alunos, a motivação humana mais compreensiva ou transcendente foi apenas designada como altruísmo na

pergunta 1 e nas outras duas elas foram apenas exemplificadas. Os dados numéricos foram aproveitados por completo, a não ser as respostas da terceira pergunta. Pelo fato de se fazer uma pergunta invertida na terceira, para facilitar as comparações, os valores atribuídos pelos alunos foram simplesmente substituídos pela nota máxima, no caso dez (10). Ou seja, se o aluno atribuiu, por exemplo, três (3,0) para a desmotivação, então seria o mesmo que tivesse atribuído sete (7,0) para a motivação.

Quadro 1: Questionário 1 com três questões sobre motivações

<p>1. As pesquisas dizem que é comum descrever as principais motivações dos alunos em algumas categorias de motivação. Dê uma nota de zero (0) a dez (10) sobre as suas motivações para estudar física:</p> <p>a) extrínseca (recompensas externas, por exemplo, elogios de parentes, dos colegas, da sociedade etc.): _____;</p> <p>b) intrínseca (recompensas internas, por exemplo, gosto pela matéria, prazer pela aprendizagem etc.): _____;</p> <p>c) altruísmo (por exemplo: servir os outros, servir a sociedade etc.): _____;</p> <p>d) outros motivos não contemplados acima: _____.</p> <p>2. Ainda sobre a sua motivação para aprender física, dê uma nota (zero a dez) para cada um dos motivos abaixo:</p> <p>a) A física me despertou atração (aprendi coisas novas, cresceu a minha curiosidade) que me impulsionou a estudá-la: _____</p> <p>b) A física foi valorizada por muitas pessoas (pais ou professores ou parentes ou amigos) e isso me levou a estudá-la: _____</p> <p>c) posso gostar ou não de física, mas eu sei que essa disciplina é importante para mim (serei mais útil à sociedade, crescerei em responsabilidade) e por isso eu procurei estudá-la: _____</p> <p>3. Sobre a sua desmotivação em relação a aprender física, dê uma nota (zero a dez) para cada um dos motivos abaixo:</p> <p>a) A física não me despertou atração (não aprendi coisas novas, a minha curiosidade não cresceu): _____</p> <p>b) A física não foi valorizada por muitas pessoas (pais ou professores ou parentes ou amigos): _____</p> <p>c) posso gostar ou não de física, mas eu sei que essa disciplina não é importante para mim (não serei mais útil à sociedade, não crescerei em responsabilidade): _____</p>

Resultados e Análise de Dados

As respostas dos alunos referentes ao questionário 1 são mostradas na tabela 1. Ao observar as médias de cada turma, bem como a média total do grupo de 102 alunos, pode-se constatar que houve um equilíbrio interessante entre os valores atribuídos aos itens a, b e c, tanto na questão 1 como na questão 2, pois todos os valores ficaram acima de 5,0. Por outro lado, as médias do item d da questão 1 e dos três itens da questão 3 ficaram bem abaixo de 5,0. A partir dessas observações na tabela 1, pode-se inferir algumas considerações:

a) houve um equilíbrio nos valores em relação aos três itens (a, b e c) em contraste com o baixo valor atribuído ao item d da questão 1, indicando que os alunos desconhecem outro tipo motivacional;

b) os resultados mostram que entre os três tipos de motivações estudadas, a maioria atribuiu notas mais altas para a motivação intrínseca (questões 1b e 2a) e notas mais baixas para a motivação extrínseca (questões 1a e 2b), ao passo que o altruísmo (questões 1c e 2c) ficou mais próximo da intrínseca;

c) a questão 3 que tratou da desmotivação, além de cumprir os seus objetivos, ao confirmar as respostas das duas questões anteriores, sinalizou que o altruísmo (coluna c) é o que menos desmotiva.

Tabela 1: Médias das respostas dos alunos ao questionário 1

Turma (alunos)	Questão 1				Questão 2			Questão 3		
	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c
I (N=31)	5,65	6,97	6,00	1,35	7,42	5,58	7,39	1,81	2,45	1,13
II (N=36)	5,11	8,37	6,57	4,54	8,29	4,51	7,11	0,83	2,00	0,43
III (N=35)	5,03	6,56	7,36	2,26	6,78	5,69	7,83	2,67	3,36	0,94
TOTAL (N=102)	5,25	7,30	6,68	2,74	7,49	5,25	7,45	1,77	2,62	0,82

N = quantidade de estudantes; a, b, c, d = correspondem às médias das respostas aos itens das questões conforme o quadro 1.

Uma vez que, para cada motivação, existem três itens, por exemplo, para a motivação extrínseca o item a da questão 1, o item b da questão 2 e o item b da questão 3, pode-se somar todos os três itens e encontrar a média para a motivação extrínseca. No entanto, no item invertido da questão 3, os valores atribuídos pelos alunos serão substituídos pela nota máxima, isto é, dez (10); por exemplo, se o aluno atribuiu uma nota 4,0 para a desmotivação, será considerado como 6,0 para motivação. Ao fazer esse cálculo para cada aluno, para as três qualidades motivacionais, chega-se aos resultados apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Médias dos alunos com relação às três motivações principais

Turma (alunos)	Motivação		
	extrínseca	intrínseca	altruísta
I (N=31)	6,26	7,53	7,42
II (N=36)	5,73	6,89	8,02
III (N=35)	5,88	8,61	7,75
TOTAL (N=102)	5,94	7,67	7,77

N = quantidade de estudantes

O teste estatístico utilizado para comparar dois conjuntos de dados quantitativos, quanto aos seus valores médios, foi o t-Student. Se o valor t calculado for relativamente maior que o valor t-crítico (valores tabelados que dependem do tamanho da amostra e do desvio padrão) ou se a probabilidade de significância (p) for menor do que o nível de significância (α) de 5% ($\alpha = 0,05$), assume-se que houve diferença estatística entre as médias das amostras (BARBETTA, 2012). Ao fazer comparações estatísticas por meio do teste t, a motivação altruísta ficou estatisticamente equivalente à motivação intrínseca ($t=0,46$ e $p=0,65$) e estatisticamente superior à motivação extrínseca ($t=10,7$ e $p=0,00$). Portanto, pode-se dizer que a análise de dados das respostas dos alunos referente ao questionário 1 dão indícios de que o altruísmo, um dos traços importantes da motivação humana mais compreensiva ou transcendente, foi considerado como relevante para esse grupo total de alunos, quando comparado com outras duas motivações mais conhecidas, a extrínseca e a intrínseca.

Considerações Finais

Este trabalho procurou mostrar algumas justificativas teóricas e práticas da importância de considerar, prioritariamente, a dimensão humana mais compreensiva ao considerar três níveis de motivações: extrínsecas, intrínsecas e transcendentais (LOPEZ, 1996; PUIG; CASACUBERTA, 2013). Teoricamente pode-se dizer que a abertura para uma dimensão humana mais compreensiva, pode enriquecer uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar e, possivelmente, indicar um caminho que possa colaborar com os esforços de diminuir os problemas da fragmentação no ensino (ANGOTTI, 1991).

Os resultados e a análise de dados, referentes às três questões sobre motivações e desmotivações em geral (quadro 1), deram indícios de que o altruísmo, um dos traços importantes da motivação humana mais compreensiva ou transcendente, foi considerado como relevante para esse grupo de alunos, quando comparados com outras duas motivações, extrínseca e intrínseca, mais conhecidas pela teoria SDT. Houve um certo equilíbrio entre as três motivações (média = 6,8) apenas quando se comparou com a desmotivação (média = 2,7), mas na comparação entre as três motivações, o teste t mostrou explicitamente que o altruísmo ficou acima da extrínseca e equivalente à intrínseca. Esse simples resultado dá indícios de que é preciso aprofundar nesse tema, pois assim como os resultados empíricos levaram os pesquisadores da teoria SDT a refinarem o seu modelo teórico, assim também acredita-se que uma boa linha de pesquisa seria justamente aprofundar nessa nova qualidade motivacional, pouco conhecida no nosso país.

Além disso, acredita-se também que os professores que puderem conhecer esses resultados, possivelmente buscarão meios para mobilizar os seus alunos a valorizarem mais o altruísmo, tendo em conta que provavelmente os seus próprios alunos naturalmente já considerem que a motivação altruísta esteja no mesmo nível da motivação intrínseca, como foi constatado nesta pesquisa. Apesar da limitação do instrumento utilizado, acredita-se que este artigo incentive trabalhos futuros que venham a colaborar para a melhora da qualidade da motivação das pessoas envolvidas no processo de ensino e aprendizagem, especialmente na motivação de alunos.

Referências

- AMES, C. Classrooms: Goals, structures, and student motivation. **Journal of Education Psychology**, v. 84, n.3, p. 261-271, 1992.
- ANGOTTI, J. A.P. **Fragmentos e Totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. Tese de doutorado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1991.
- ATKINSON, J.W. Motivational determinants of risk-taking behavior. **Psychological Review**, v. 64, p 359-72, 1957.
- BARBETTA, P.A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2012.
- BZUNECK, J. A. *A Motivação do Aluno: A motivação do aluno orientado a metas de realização*. Em Boruchovitch, E. e Bzuneck, J. A (orgs). **A Motivação do Aluno: Contribuições da Psicologia Contemporânea** (p. 58-77). Petrópolis: Vozes, 2004.

- CARRASCO, J. B.; BAINOL, J.B. **Técnicas y recursos para motivar a los alumnos**. Madrid: Rialp, 2000.
- CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. de P. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.1, p. 101-129, 2015.
- DECI, E.L.; RYAN, R. M. Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. **Canadian Psychology**, v. 49, n. 1, p. 12-23, 2007.
- DECI, E.L.; RYAN, R. M. The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and self-determination of behavior. **Psychological Inquiry**, 11(4), p 227-268, 2000.
- FRANKL, V. E. **O sofrimento de uma vida sem sentido: caminhos para encontrar a razão de viver**. São Paulo: Realizações, 2015.
- FRANKL, V. E. **Um sentido para a vida: psicoterapia e humanismo**. Aparecida: Santuário, 1989.
- GAVIOLI, E. S. A motivação humana sob a perspectiva do pensamento complexo. In: XX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Bauru. Disponível em: <https://bityli.com/EhZsV> . Último acesso em: 27/05/2018.
- HUSMAN, J.; LENS, W. The Role of the future in student motivation. **Educational Psychologist**, v. 34, n.2, p. 113-125, 1999.
- KOZUKI, M.B.O. **Metas futuras como fonte motivacional de adolescentes e jovens para aprender**. Dissertação de mestrado em Educação - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- LABURÚ, C.A.; MAMPRIN, M.I.L.L.; SALVADEGO, W. N. C. **Professor das ciências naturais e a prática de atividades experimentais no ensino médio: uma análise segundo Charlot**. Londrina: Eduel, 2011.
- MASLOW, A.H. **Motivation and personality**. New York: Harper e Row, 1954.
- McGREGOR, D. **Leadership and Motivation**. Cambridge: The M.L.T. Press, 1966.
- PÉREZ LOPEZ, J. A. **Fundamentos da Direcção de Empresas**. Lisboa: AESE, 1996.
- PUIG, M.L.; CASACUBERTA, G.G. Elegir enseñar: propuesta del modelo antropológico de la motivación de Pérez López aplicada al ámbito de la educación. **Estudios sobre educación**, v. 24, p. 125-147, 2013.
- RESENDE, F.; OSTERMANN, F. O protagonismo controverso dos mestrados profissionais em ensino de ciências. **Ciência & Educação (online)**, v. 21, n. 3, p. 543-558, 2015.
- SENKO, C.; HULLEMAN, C.S. The role of goal attainment expectations in achievement goal pursuit. **Journal of Educational Psychology**, v. 105, n. 2, p. 504-521, 2013.
- YEAGER, D. S.; BUNDICK, M. J.; JOHNSON, R. The role of future work goal motives in adolescent identity development: A longitudinal mixed-methods investigation. **Contemporary Educational Psychology**, v. 37, n.3, p. 206-217, 2012.

UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ENVOLVENDO O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO 4.0

A BIBLIOGRAPHIC REVIEW INVOLVING PHYSICS TEACHING IN THE CONTEXT OF EDUCATION 4.0

Isadora Luiz Lemes¹, Renato P. dos Santos²

¹Universidade Luterana do Brasil / PPGEICIM, isa.ulbra@hotmail.com

² Universidade Luterana do Brasil / PPGEICIM, renatopsantos@ulbra.edu.br

Resumo

O presente trabalho faz parte de uma pesquisa de Doutorado que se encontra em andamento, voltada a discutir a Educação 4.0, e como esta pode influir na formação dos indivíduos, estando estes na posição de docentes ou discentes. O objetivo deste artigo é verificar se estão presentes nos trabalhos pesquisados, as tendências da Educação 4.0 que são defendidas por Fisk (2017). É fundamental que o Ensino de Física esteja voltado para as questões que acometem nossa sociedade, visto que precisa atentar-se para as mudanças que vêm sendo percebidas e, os professores, têm a necessidade de repensar sua prática docente, para que assim possam estar mais em acordo com as demandas já conhecidas da sociedade da Informação e do Conhecimento, sobretudo por ser de extrema importância na formação de profissionais das diferentes áreas, como, Engenharias, que têm como base de seus cursos a Física e, sendo nossa sociedade cada vez mais tecnológica, é necessário que o ensino da mesma esteja voltado às mudanças que afetam o mundo e a forma como este se organiza. Para tornar possíveis tais intentos é mister que políticas públicas sejam adotadas e que haja a valorização da Ciência por parte destas. Ao encontro do exposto, foi trazida uma Revisão Bibliográfica que buscou verificar se há trabalhos desenvolvidos voltados à temática da Educação 4.0 para o Ensino de Física e Ciências. Os resultados apontam que, apesar de haver trabalhos que discutem a Educação 4.0 e que já estão indo ao encontro de suas características, o Ensino de Física ainda carece de pesquisas que caminhem nesta direção.

Palavras-chave: Ensino de Física; Educação 4.0; Formação de Professores;

Abstract

The present work is part of a doctoral research that is in progress, aimed at discussing Education 4.0, and how it can influence the training of individuals, these notes in the position of teachers or students. The objective of this article is to verify if the researched works are present, such as the Education 4.0 trends that are defended by Fisk (2017). It is essential that Physics Teaching is focused on the issues that affect our society, since it needs to be attended to the changes that are perceived and, teachers, need to rethink for their teaching practice, so that they can be more in agreement with the requirements already defined by the Information and Knowledge Society, mainly because it is extremely important in the training of professionals from different areas, such as Engineering, who have their courses in Physics as a base and as our society is increasingly technological, it is necessary that its teaching is geared

to the changes that affect the world and the way it is organized. In order to make such intentions possible, it is necessary that public policies are adopted and that Science is valued by them. In line with the above, a Bibliographic Review was presented that sought to verify if there are works focused on Education 4.0 for Physics and Science Teaching. The results show that, although there are studies that discuss Education 4.0 and that are already meeting its characteristics, Physics Teaching still provides research that goes in this direction

Keywords: Education 4.0; Teacher Training; Physics Teaching

Introdução

No mundo atual, é muito constante a disseminação de informações e estas, diferentemente de tempos atrás, não são oriundas apenas de indivíduos que se prepararam para difundi-las, vêm através de pessoas comuns que utilizam seus Smartphones para inúmeras atividades, compartilham o que fazem, onde estão, o que está acontecendo quase em tempo real e isto traz impactos diretos no modo como nos relacionamos, trabalhamos, aprendemos.

Ultrapassamos o uso de elementos físicos e vivemos a era do digital, da nuvem, em que tudo ou quase tudo pode ser feito através de verdadeiros computadores de bolso, ressignificou-se até mesmo nosso modo de consumir e de nos relacionarmos com lojas e marcas e, por trás de tudo isso há muita Ciência que apesar de nem sempre haver compreensão de quais os processos que estão envolvidos para tornar possível o que utilizamos e consumimos, está presente em nosso cotidiano aplicada a variados dispositivos.

Atualmente presenciamos um movimento contrário às ideias da ciência que se intensifica constantemente, apoiado até mesmo por aqueles que deveriam promover subsídios de modo que houvesse maior desenvolvimento de pesquisas para que assim se pudesse contar com o apoio da sociedade em divulgar a ciência aproveitando a potencial facilidade que se coloca diante de nós.

Neste sentido a importância do Ensino de Física desponta ainda mais neste momento no âmbito da formação, sobretudo, devido as profissões voltadas a tecnologia e desenvolvimento tecnológico que necessitam da Física como base para suas formações, visto que estão se modificando e, as aulas mecanizadas, centradas no professor como a principal fonte do saber que, literalmente, transmite conhecimento não são suficientes para atender as necessidades da sociedade atual.

Como definido por Fisk (2017, tradução nossa) a Educação 4.0 é resposta à Indústria 4.0 e unifica o trabalho humano e não humano promovendo novas possibilidades que visem o aproveitamento do potencial tecnológico, bem como dados abertos e que, acaba remodelando a vida humana, alimentada por tecnologia conectada globalmente.

Ainda segundo o autor, entre as principais tendências que irão destacar-se em relação as mudanças gerais que envolverão o mundo do aprendizado estão incluídas a interpretação de dados, experiência de campo e o *mentoring*, sendo este último mais específico aos professores no contexto da Educação 4.0 (FISK, 2017, tradução nossa). Neste sentido, é de suma importância que haja agora compreensão acerca de como serão as futuras profissões e do quanto é importante que os estudantes desenvolvam habilidades e competências que estejam alinhadas ao contexto da Indústria 4.0.

Moreira (2017) aponta que há falta de preparo por parte dos professores e que o Ensino de Física ainda segue mecanizado não estimulando questionamentos por parte dos alunos e ainda tem como figura central o professor e não o aluno. Considerado o exposto anteriormente de que estamos em um mundo cada vez mais conectado, não incorporar as TIC no ensino dos discentes é desconsiderar o contexto em que estes indivíduos vivem e as experiências que vivenciam (MOREIRA, 2017, p. 2).

Este trabalho traz uma pesquisa bibliográfica que busca verificar se há trabalhos desenvolvidos voltados à temática da Educação 4.0 que possuam características apontadas como fundamentais à Educação 4.0, que possa levar-nos a refletir sobre a importância e o papel do professor de Física no desenvolvimento de habilidades e competências que tornem os alunos aptos a atuar na sociedade do século XXI.

O Ensino de Física e a Sociedade do Século XXI

É sabido da importância de se discutir o Ensino de Ciências e Matemática na atualidade, devido as mudanças que vêm acontecendo e trazendo consigo diferentes impactos que envolvem a educação, desde a formação dos professores até a formação de estudantes na educação básica.

Scheid (2016, p. 198) afirma que a educação científica vem se tornando crucial para o entendimento do mundo natural e é primordial, para promover a tomada de decisões, sejam elas políticas ou sociais, que permitam ao indivíduo praticar o exercício de sua cidadania de forma plena, dando condições de que o mesmo atue em seu meio como agente ativo com potencial transformador.

Em meio a tantas incertezas acerca do mercado e das tantas profissões que ainda não são por essência, conhecidas, discute-se agora com maior intensidade a importância da formação de professores que reflitam constantemente acerca de sua prática pedagógica e colaborem para que seus alunos constituam habilidades como a de adaptar-se as novas situações de trabalho, sejam críticos, criativos e possuam autonomia para tomar decisões e possam responsabilizar-se por elas.

Para Alarcon e colaboradores (2018) os discursos que envolvem a educação na atualidade devem estar conectados ao cenário da indústria, tecnologias, bem como das inovações sociais, como colocado pelos autores que ainda destacam a importância da capacitação de profissionais que integram a sociedade e serão peça fundamental para as novas demandas do mercado de trabalho.

Neste sentido, a Educação 4.0 destaca-se entre os desafios do século XXI e chegará permeada por dúvidas, desconfortos e inseguranças dos que ainda não estiverem apropriados, visto que as propostas metodológicas que esta abriga, mostram-se muito diferentes das adotadas na maioria das escolas que conhecemos, sobretudo, por primar pela colaboratividade entre os indivíduos, facilitando não apenas a interação dos mesmos, como também estimulando a capacidade de pensar em equipe, estratégias e soluções para problemas reais.

Belançon (2017), acredita que formar professores de Física sob preceitos do conhecimento particionado, ande na contramão de um ensino que prime pela compreensão integrada dos conteúdos ou tratadas ainda durante a formação inicial dos professores.

Queremos unir os conteúdos de Física ao de outras áreas, para que nossos futuros professores sejam *integrais* na sua profissão, apresentando a Física

adequada às questões de nosso tempo. Ora, vamos “produzir” estes professores a partir da insistência numa grade curricular repleta de caixinhas? Numa ele aprende a Física, em outra pedagogia, em outra a história da Física; em outra a CTS e ACT, no final se transformando num professor que ensina Física do jeito que projetamos, mesmo que nós não sejamos capazes de fazer isso. Curiosamente, ao longo deste percurso não estaríamos dando um exemplo de como é difícil atingir tal objetivo? Quero dizer, diversos professores vão ensinar conteúdos decepidos uns dos outros, para assim formarmos um professor que não seja um praticador deste crime pedagógico? (BELANÇON, 2017)

Entendemos que a crítica de Belançon seja em relação a não modificarmos, ainda na formação inicial, as inconsistências que sabe-se que aparecerão no exercício da prática docente, em que tenta-se corrigir com a formação continuada as lacunas deixadas no período da graduação e ainda há o entrave de continuar ensinando Física de forma dividida e independente da formação pedagógica que dá origem a preconceitos e até mesmo resistências por parte dos estudantes que trazem para si uma supervalorização da formação técnica em detrimento da construção pedagógica.

Moreira (2017, p. 3), portanto, afirma que o ensino da Física na atual educação encontra-se desatualizado tanto em relação aos conteúdos quanto ao conhecimento tecnológico e mantém o foco na preparação para provas tratando a Física como uma ciência acabada, o que em nada concorda com as necessidades de nossa sociedade. De acordo com o autor supracitado, é necessário melhores condições de trabalho para os professores e maior valorização dos mesmos e, naturalmente esta é uma questão política a ser enfrentada para que tais ideias não sejam defendidas apenas no campo do discurso.

Metodologia

A metodologia deste trabalho possui caráter bibliográfico, e teve por objetivo encontrar trabalhos que estejam sendo desenvolvidos sob a óptica da Educação 4.0 voltados, preferencialmente, ao Ensino de Física ou ao Ensino de Ciências, com o fito de identificar se já há trabalhos na literatura que norteiem nas possíveis direções para a educação do século XXI.

A revisão bibliográfica ocorreu em anais e encontros voltados a área de Ensino da CAPES. Foram pesquisados os seguintes eventos: Simpósio Nacional de Ensino de Física, Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, entre outros eventos e periódicos variados.

As expressões utilizadas para esta busca foram “Educação 4.0”, “Educação 4.0 e Ensino” e “Ensino de Física no Século XXI”, a busca foi refinada de modo que os trabalhos retornados respeitassem o período de cinco anos, pelo motivo de que a primeira vez que se falou em Indústria 4.0, – termo que deu origem a Educação 4.0 – foi em 2011, na Alemanha, portanto até que começássemos a falar sobre educação neste contexto, supõe-se que decorreu certo tempo para que fossem levantadas pesquisas a respeito.

No Quadro 1, estão apresentados os artigos encontrados que correspondem aos termos pesquisados entre 2015 e 2020.

Quadro 1 – Trabalhos na área de Ensino de Física e Ciências que abordam a Educação 4.0 e desafios na Educação para o século XXI.

Código	Título	Autor (es/as)	Tipo	Ano	Lugar de Publicação	Termo Pesquisado
---------------	---------------	----------------------	-------------	------------	----------------------------	-------------------------

φ	Ensinar Alunos do Século XXI: A Análise dos Eventos do atlas e do CMS com um Aprendizado Inovador no Ensino Médio de uma Escola Pública.	Márcio Nasser Medina, Anderson Ribeiro, Leonardo Cordeiro, Leonardo Pereira Vieira e Marcia Begalli	Artigo	2015	SNEF	Ensino de Física no Século XXI
ξ	O dilúvio digital e seus impactos na educação 4.0 e na indústria 4.0	Regina Candida Führ	Artigo	2018	IV Congresso Ibero - Americano	Educação 4.0 e Ensino de Física
ω	Robótica Pedagógica na Amazônia – Aprendizagem Significativa e Conectividade na Educação 4.0	David Gentil de Oliveira, Wellington da Silva Fonseca, Flavia de Cassia Martins Ribeiro, Marcia Cristina Palheta Albuquerque	Artigo	2019	IV CONAPESC	Educação 4.0 e Ensino de Física
σ	Projeto Robótica Pedagógica: o resgate do PROUCA para o Ensino de Ciências – na educação 4.0	David Gentil de Oliveira, Wellington da Silva Fonseca	Artigo	2019	Revista Educar Mais	Educação 4.0 e Ensino de Física
Ω	Educação 4.0 na Engenharia: percepção dos docentes de 3 universidades Brasileiras	Juliana E. Murofushi, Maria A. M. Barreto	Artigo	2019	Brazilian Journal of Development	Educação 4.0 e Ensino de Física
Δ	Criação de Jogos Educacionais para apoiar o Ensino da Matemática: um Estudo de Caso no Contexto da Educação 4.0	Deivid Eive dos Santos Silva, Marialina Corrêa Sobrinho, Natasha Valentim	Artigo	2019	VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação	Educação 4.0 e Ensino
ρ	Educação a Distância: Desafios da modalidade para uma Educação 4.0	Melissa Sabrina Salgado de Melo, Edson A. de Araújo Querido Oliveira	Artigo	2019	Revista Interdisciplinar e Tecnologias e Educação	Educação 4.0 e Ensino

Fonte: Os Autores

Os critérios utilizados para escolha dos artigos ocorreu através da disponibilidade dos mesmos inseridos na temática a que se refere este manuscrito nas plataformas de busca, bem como, a relação que apresentavam com o intento inicial deste trabalho que era voltado a saber se há interesse na temática Educação 4.0 para o Ensino de Física e Ciências.

Resultados e Discussões

Schwab (2016), aponta características que se destacam na Indústria 4.0, pensando em como estas podem afetar este segmento, neste sentido, buscou-se

identificar se os trabalhos encontrados possuíam características conforme as tendências indicadas por Fisk (2017) que identificam a Educação 4.0 e fazem parte de discussões, inovações e mudanças no mundo da aprendizagem, segundo o mesmo. No Quadro 2, verifica-se quais tendências estão presentes nos artigos encontrados e mencionados no Quadro 1.

Quadro 2 – Trabalhos quanto a presença de características da Educação 4.0.

		Características										
		Tempo e local variados	Aprendizado Personaliz.	Livre Escolha	Aprend. Baseado em Projetos	Experiência em Campo	Interpret. de Dados	Mudança na Avaliação	Part. e Autonomia dos alunos	Professores tutores		
	ψ	Sim		Sim	Sim							
	ξ	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		Sim			Sim	
	ω			Sim	Sim	Sim		Sim				Sim
	σ		Sim	Sim	Sim						Sim	Sim
	Ω	Sim	Sim					Sim			Sim	Sim
	Δ		Sim									Sim
	ρ	Sim	Sim									Sim
		Artigos										

Fonte: Os autores

As buscas feitas nos eventos SNEF, EPEF e ENPEC, não retornaram resultados relevantes para o termo “Educação 4.0” pensada e/ou aplicada para o Ensino de Física e Ciências, contudo, ao inserir o termo “Ensino de Física no Século XXI”, tivemos como resultado um dos trabalhos que abordava diferentes metodologias para lidar com os estudantes do século XXI.

Ao analisarmos a presença das características da Educação 4.0 nos artigos revisados, percebemos que alguns abordam grande parte das mesmas, mas, em contrapartida, nenhum trata da importância da habilidade de interpretação de dados, que se destaca como necessária, atualmente. Há ainda destaque para questões que envolvem mudanças no modo de avaliar, que precisa ser repensada.

Segundo Hussin (2016, tradução nossa), professores precisam reaprender constantemente sua profissão e equipar-se com ferramentas digitais de modo a atender as supostas preferências de aprendizado característicos dos alunos da geração Z, acrescentamos que não seja apenas sobre aprender diferentes ferramentas ou como manipulá-las, mas sim de o professor constituir nova identidade diante de sua profissão entendendo-se como alguém que contribui para o aprendizado do outro e aceita que pode aprender também.

Nos demais eventos e revistas, percebe-se que há maior frequência de trabalhos tratando da temática 4.0, que ainda mostra-se pouca, mas, significativa, pois percebe-se interesse na discussão da Educação neste contexto, sobretudo no artigo de Murofushi e Barreto (2019) que dedica-se a investigar a opinião dos professores em relação ao ensino atual e em que estes acreditam que a Educação 4.0 pode auxiliar dos cursos de Engenharia.

Puncreobutr (2016, p. 92, tradução nossa), acredita que os jovens devem estar alinhados às mudanças da sociedade para que se tornem competitivos, contudo, consideramos importante maior parcimônia a certas definições, sobretudo pelo fato de que as informações e a produção de conhecimento no mundo atual, por si só, geram exacerbada competitividade e, acredita-se ser interessante que Educação 4.0 desenvolva habilidades socioemocionais que façam com que os alunos não vejam a competição como único estímulo para motivar aprendizagem.

Considerações Finais

Discussões envolvendo Educação 4.0 no Ensino de Física brasileiro ainda precisam ser mais exploradas dada a importância desta para diferentes áreas que a utilizam como base de suas formações.

Vimos que eventos de relevância no Ensino de Física carecem de trabalhos que discutam Educação 4.0, contudo reitera-se que nesta busca não foram incluídos termos que descrevam tendências metodológicas inseridas no escopo da Educação 4.0, devido ao fato de que não almejava-se analisar situações isoladas, mas sim o que em sentido amplo está sendo pensado para que o Ensino de Física vá ao encontro das atuais demandas da sociedade.

Por conseguinte, compreende-se que a Educação 4.0 trará muitos impactos aos docentes de Física que, em grande maioria dos casos, continuam mantendo a postura central e reproduzindo em suas aulas, o modo como aprenderam durante suas graduações, um conhecimento dividido em partes que não integra-se e não estimula autonomia, criatividade e perfil colaborativo, muito necessário atualmente.

Não se pode deixar de destacar que, apesar de poucos trabalhos desenvolvidos em relação à Educação 4.0, nota-se que há preocupação de professores pesquisadores em modificar o cenário que vem mantendo-se e tornar o Ensino de Física mais coerente com o possível contexto que vem se delineando.

Sendo assim, a educação científica e o Ensino de Física precisam voltar-se às necessidades do atual modelo de sociedade visando desenvolver diferentes competências e habilidades que estejam imbricadas à Educação 4.0 para que assim, ainda mais possibilidades metodológicas sejam exploradas.

Referências

ALARCON, D. et al. OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0. In: VIII CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN., 2018, Guadalajara. **Anais...** . Guadalajara, 2018. p. 1 - 15.

BELANÇON, M. P.. O Ensino de Física contextualizado ao século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 4, jun. 2017.

FISK, P.. **Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life.** 2017. Disponível em: <<https://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>>. Acesso em: 12 out. 2018.

FÜHR, R. C.. EDUCAÇÃO 4.0 E SEUS IMPACTOS NO SÉCULO XXI. In: V Congresso Nacional de Educação - V CONEDU, 2018, OLINDA - PE. V Congresso Nacional de Educação - V CONEDU, 2018.

HUSSIN, A. A.. Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching. **International Journal Of Education & Literacy Studies**. Malásia, p. 93-98. jul. 2018.

MOREIRA, M. A.. GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 1, p.1-13, 2017.

MUROFUSHI, Juliana E.; BARRETO, Maria A. M.. Educação 4.0 na engenharia: percepção dos docentes de 3 universidades Brasileiras. **Brazilian Journal Of Development**. São José dos Pinhais, p. 15255-15266. dez. 2019.

PUNCREOBUTR, V.. Educação 4.0: New Challenge of Learning. **St. Theresa Journal Of Humanities And Social Sciences**, Tailândia, v. 2, n. 2, p.92-97, 00 dez. 2016.

SCHEID, N. M. J.. OS DESAFIOS DA DOCÊNCIA EM CIÊNCIAS NATURAIS NO SÉCULO XXI. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia. Universidad Pedagógica Nacional, v. 40, p. 195-214, 2016.

SCHWAB, K.. The Fourth Industrial Revolution, **Foreign Affairs**, Tampa, 12 Dec. 2015. Disponível em: <<https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>>. Acesso em: 24 set. 2015.

AS EMOÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA: POSSIBILIDADES DE MEDIDAS

THE EMOTIONS OF PHYSICS LEARNING: POSSIBILITIES OF MEASUREMENTS

**Juliana Kaori Ido¹, Bruna Almeida dos Santos², Janethe Patrícia Acuña³,
Nínive P. Caetano da Silva⁴, Ana Paula Moreira⁵, Lucas Azevedo Mesquita
Pereira⁶, Glauco dos Santos Ferreira da Silva⁷, Guilherme Brockington⁸**

¹Universidade Federal do ABC/CCNH/juliana.kaori@ufabc.edu.br

²Universidade Federal do ABC/CCNH/a.bruna@aluno.ufabc.edu.br

³Universidade Federal do ABC/CCNH/janethe.acuna@ufabc.edu.br

⁴Universidade Federal do ABC/CCNH/ninive.silva@ufabc.edu.br

⁵Universidade Mogi das Cruzes/anapaulaa.moreira@gmail.com

⁶Universidade Federal de São Paulo/lucasamesquita@hotmail.com

⁷ECEFET-RJ/glauco.silva@cefet-rj.br

⁸Universidade Federal do ABC/CCNH/brockington@ufabc.edu.br

Resumo

O processo de aprendizagem envolve fatores, de ordem pedagógica, psicológica e neurobiológica. A recepção de informações no cérebro passa por diversas regiões cerebrais e sofre influência de neurotransmissores e hormônios. Parte da produção e liberação desses químicos advém das emoções e sentimentos, a partir de estímulos externo, tais interações alteram as condições que o corpo se encontra, adquirindo um chamado estado emocional do corpo. Essas alterações influenciam na transmissão, absorção e armazenamento de informações no cérebro, de forma que podemos averiguar a importância das emoções na aprendizagem. Entretanto, o senso comum vê as emoções de forma abstrata, dificultando possíveis investigações em sala de aula. Um dos maiores problemas no tratamento do tema de maneira científica é, justamente, como medir as emoções. Nesse trabalho apresentaremos um método de determinar o clima emocional da turma, que possibilita uma série de investigações importantes sobre a relação entre emoções e aprendizagem. Nosso trabalho, então, visa fomentar a discussão da relevância das emoções na educação e fornecer subsídios para medi-las de maneira mais adequada.

Palavras-chave: Emoções, Ensino de Física, Ensino de Ciência, Neurociência, Aprendizagem.

Abstract

The process of learning involves a lot of factors, from pedagogical, psychological and neurobiological order. The reception of information goes by many parts of the brain and suffer influence by neurotransmitters and hormones. A portion of production and liberation of these chemicals comes of emotions and feelings that starting with a external stimulus, the interactions changes the conditionals of the

body acquiring a emotional state of the body. These changes influences on the transmission, absorption and storage of the information in the brain, in a way that we can ascertain the importance of emotion in the process of learning. Meantime the sense common looks at the emotion in an abstract vision, making investigations in classroom difficult. To continue the research about the emotions in the classrooms we will present a method to determinate the emotional climate of the class, starting with each person. Our research wants to promote the discussion about the relevance of the emotion in the education and provide subsidies to a better comprehension of the process that results on the learning.

Keywords: Emotions, Physics Teaching, Science Education, Neuroscience, Learning.

Introdução

Cotidianamente realizamos a seguinte pergunta: "Comovocê está?" Feita de forma bastante automática, como mera formalidade social, não se percebe o quão profunda essa questão pode ser. Sua profundidade reside justamente no fato de ela evocar as emoções e os sentimentos que permeiam a vida de cada ser humano.

Emoções e sentimentos estão cotidianamente presentes em todas as atividades realizadas pelas pessoas e em todos os contextos possíveis. Estudos advindos da Neurociência fornecem uma perspectiva mais ampla, evidenciando a importância das emoções no dia-a-dia e quais são suas causas e suas consequências no corpo e no comportamento humano (BROCKINGTON, 2011), (MONTEIRO e GASPAR 2007). E como essa influência ocorre no contexto escolar? Em geral, as emoções são pouco estudadas no Ensino de Ciências, embora o assunto tenha ganhado mais atenção na última década (BELLOCCHI, RITCHIE, TOBIN, SANDHU, & SANDHU, 2013; BELLOCCHI, et al., 2013; BELLOCCHI A., 2017). Como o conhecimento escolar é um elemento fundamental no desenvolvimento cognitivo dos indivíduos, parece-nos de extrema importância investigar as relações estabelecidas entre a aprendizagem do conhecimento científico e sua dimensão emocional.

A aquisição de conhecimentos ocorre a partir de vários estímulos e ativa diversas partes do cérebro. São vários os fatores que influenciam os processos neuro-biológicos, dentre eles está a presença dos neurotransmissores e hormônios. Conforme o estado emocional de uma pessoa, alguns químicos são produzidos e liberados, causando eventuais efeitos e sensações (CONSEZA e GUERRA 2011). Assim, é necessário investigar, em maior profundidade como as emoções afetam a aprendizagem. Entretanto, os estudos sobre emoções possuem diversos obstáculos, principalmente em sua medição, uma vez que tem-se no uma concepção abstrata das emoções.

Sabendo da relevância e complexidade que a pesquisa sobre emoções e ensino possui, partiremos nossa discussão do ponto de vista neurocientífico, trataremos sobre as especificidades das emoções e dos sentimentos, suas origens e seus estímulos, seus desdobramentos no cérebro e seus impactos no corpo. Em seguida, apresentaremos um breve panorama das pesquisas sobre emoções e ensino de Física no Brasil, por meio da análise dos principais eventos da comunidade científica: ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física) e EPEF (Encontro de

Pesquisa em Ensino de Física) nos últimos 10 anos. Para contextualizar, globalmente, consultamos o ESERA (European Science Education Research Association) no mesmo período supracitado. Por fim, discutiremos sobre um método de medição de emoções que pode ser utilizado em sala de aula, colaborando para a investigação da influência das emoções nas aulas de Física.

Discussão Teórica

Nosso objeto de pesquisa são as emoções e seus desdobramentos. Para fundamentar uma discussão mais profunda, apresentaremos o trabalho do neurocientista António Damásio, que aborda as emoções e os sentimentos a partir do funcionamento cerebral.

O que são emoções?

Pode-se interpretar as emoções como processos de reação do corpo humano, os quais são essenciais para a manutenção do metabolismo de cada indivíduo e agregando conhecimentos para a sobrevivência.

O estado emocional do corpo é o resultado das influências das emoções, de modo que há alterações hormonais, comportamentais e cerebrais. Assim, é possível relacionar as emoções com respostas mecânicas do corpo, como, ao sentir medo, os batimentos cardíacos aceleram, há o "friona barriga", entre outros.

Damásio apresenta a hipótese do ser humano nascer com algumas emoções automáticas que desencadeiam, por meio de ativações de áreas específicas do cérebro, efeitos no corpo que constituem uma reação à determinada situação. Essas seriam as emoções primárias. A partir de um estímulo externo (detectado pelos olhos, ouvidos, pele, etc), a recepção desses sinais é realizada pelo sistema límbico, especificamente pela amígdala; em seguida, são geradas respostas internas para os músculos, vísceras, núcleos neurotransmissores e hipotálamo. Por fim, no hipotálamo são geradas respostas endócrinas. Dada a limitação de espaço deste trabalho, não é possível especificar os processos que ocorrem; mas é de grande importância salientar que, principalmente nas respostas internas, as emoções se dão por processos automáticos que não contam com a participação da consciência e estruturas mais complexas (DAMÁSIO, 2019).

As emoções secundárias são mais complexas e exigem maior atividade cerebral, pois vão além de reações automáticas, mas são essenciais para a sobrevivência e otimização de processos cognitivos. Recebido o estímulo, além dos processos envolvidos nas emoções primárias, nas emoções secundárias, as informações são encaminhadas para os córtices frontais, região cujas redes neurais evocam representações visuais já vivenciadas. Devido a essa conexão, as emoções deixam de ser respostas automáticas, envolvendo, agora, a consciência, a memória, a deliberação e entre outros processos (DAMÁSIO, 2019). Essas emoções são adquiridas, aprendidas, incorporadas conforme as experiências ao longo da vida; e quando deparado com situações semelhantes, o processo emocional que antes já fora experienciado, se torna mais rápido e mais eficaz.

O que são sentimentos?

Para discutirmos o que é considerado neste trabalho como sentimentos, é importante ter em mente os impactos das emoções no corpo humano, uma vez que "todas as emoções originam sentimentos, se se estiver desperto e atento, mas nem todos os sentimentos provêm de emoções" (DAMÁSIO, 2019). Seguindo a linha de raciocínio do autor, a definição de sentimentos é uma amálgama do estado do corpo (uma vez que fora influenciado pelas emoções), estímulos externos (podendo ser visual, auditivo, tátil e olfativo) e as ligações cerebrais (atuando conforme determinadas substâncias neuroquímicas). Assim como nas emoções, o processo do sentimento inicia-se com um estímulo e envolve as mesmas regiões do cérebro, e mais a participação do corpo pelos sinais das vísceras, dos músculos e das articulações; e a influência das substâncias neuroquímicas é dada pelos sinais dos núcleos neurotransmissores e endócrinos. Em outras palavras, sentimentos são percepções do corpo, juntamente com estímulos externos e hormônios atuando de forma altamente coordenada. Além de estar intimamente relacionado com as emoções, os sentimentos configuram os intervalos entre emoções, de forma discreta e sem grandes impactos no corpo.

As emoções e sentimentos produzem vários efeitos no corpo, de modo que provoque sensações diversas. O conhecimento de tais modificações podem ser utilizadas em benefício do indivíduo, auxiliando na investigação dos processos cognitivos. Desse modo, pode-se associar as emoções com a aprendizagem, pois na aquisição de conhecimentos há influências da ativação de partes específicas do cérebro e a liberação de hormônios e neurotransmissores.

Os autores Conseza e Guerra (2011) estabelecem uma forte relação entre Neurociência e Educação partindo de argumentos e pesquisas das duas áreas. Definem emoções como "sinalizador interno de que algo importante está ocorrendo, e são, também, um eficiente mecanismo de sinalização intergrupar". É atribuído às emoções papel de monitoramento e aviso, interna e externamente, como também, forma de interação com outros indivíduos. Quanto a relação com a aprendizagem, ressalta-se o argumento fisiológico: participação da amígdala; assim como nas emoções, atua no processo de obtenção de novos conhecimentos, desde a identificação dos estímulos recebidos, como na liberação de dopamina, neurotransmissor responsável pela sensação de recompensa (p. 75).

Monteiro e Gaspar (2007) publicaram um trabalho discutindo a dimensão social que as emoções alcançam em sala de aula, utilizando o psicólogo russo Lev Vigotski como embasamento teórico. Por meio da investigação de 7 aulas de Física de uma turma de Ensino Médio e a partir de análise e interpretação das falas, notou-se que quando emoções estavam presentes, o envolvimento e interação dos alunos era maior, de modo que essas emoções, provocadas pela atuação do professor, promoveu interação social, integração, unificação e comprometimento.

Revisão Bibliográfica

Levantamos um panorama das pesquisas sobre emoções e o ensino de Física no Brasil, consultando os trabalhos apresentados nos principais eventos científicos do país: ENPEC, SNEF e EPEF dos últimos 10 anos. Nossa busca utilizou os termos "emoção", "emoções", "ensino de Física" e "ensino de Ciências" no título e palavra-chave dos trabalhos. Os resultados encontrados estão no gráfico 1 e

a quantidade total de trabalhos apresentados nesses eventos estão apresentados no gráfico 2.

Gráfico 1: Relação de eventos e a quantidade de trabalhos que abordam emoções.

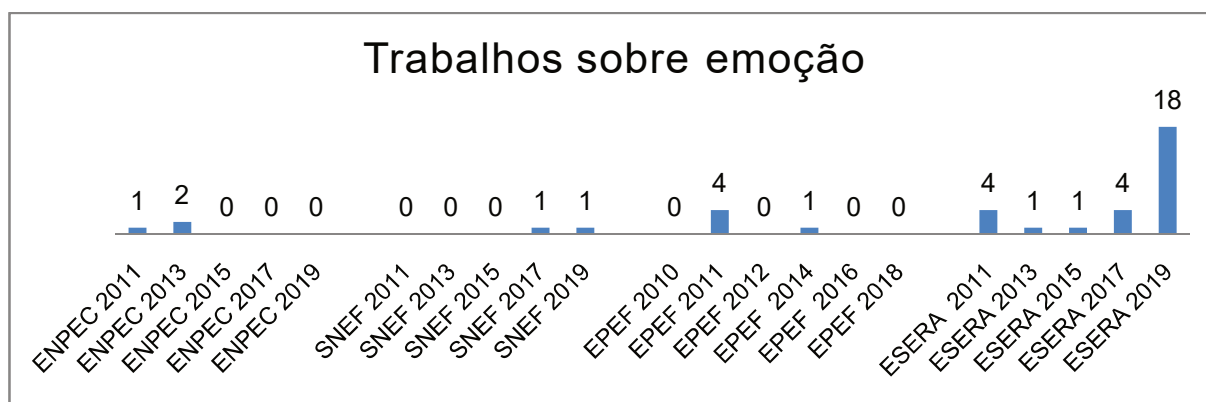
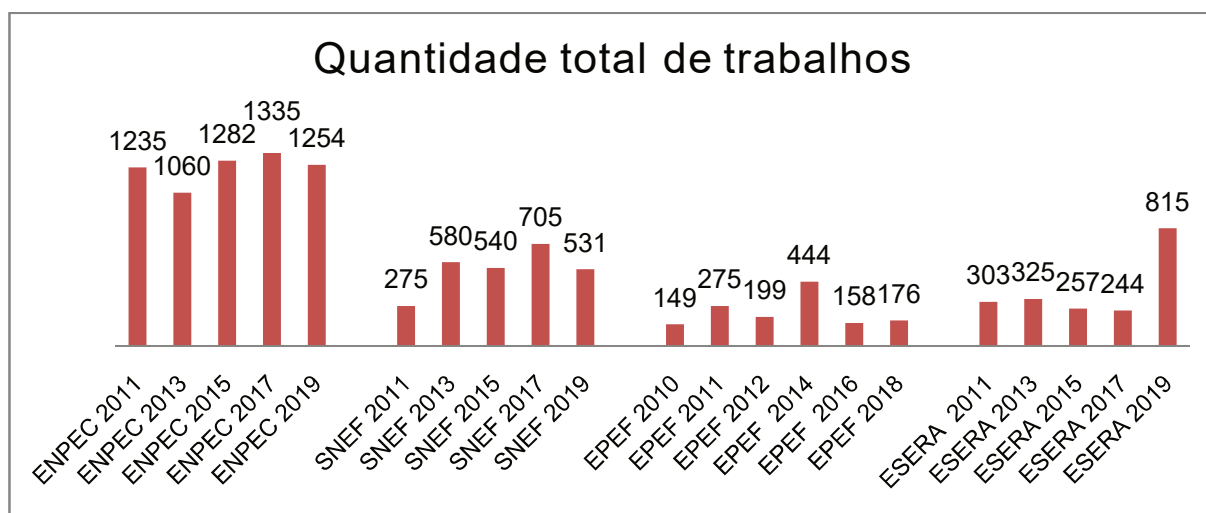


Gráfico 2: Relação de eventos e a quantidade total de trabalhos.



Observamos que na última década, nos eventos brasileiros, uma quantidade de 10 trabalhos abordaram as emoções associadas à educação. Dentre as apresentações orais, pôsteres e palestras, a discussão realizada inicialmente relaciona os estudos da Neurociência com o contexto da sala de aula, trazendo uma nova perspectiva de investigação. Os trabalhos encontrados abordam as emoções relacionando-a com a aprendizagem e estabelecendo sua relação com a sala de aula. Parte dessas pesquisas realizaram experimentos em busca de medidas ou referências de emoções.

Em contraponto, temos os trabalhos apresentados no ESERA (European Science Education Research Association) também na última década, para nos fornecer uma perspectiva mundial da pesquisa em ensino. Buscamos no título e nas palavra-chave os termos "emotion" "emotions", "Physics learning" e "Science Education", a quantidade de trabalhos que atenderam a busca foi de 18, somente em 2019. Reconhecemos que se trata um número expressivo, por outro lado,

quando comparado com a quantidade total de trabalhos, observamos que a abordagem das emoções é pequena.

Comparando o número de trabalhos apresentados nos eventos brasileiros com o evento europeu, é possível perceber a discrepância na quantidade de pesquisas que envolvam emoções no Brasil e mundialmente. O contexto no exterior é bastante diversificado quanto às abordagens e investigações, são estudos que abarcam diversos níveis escolares, impactos na avaliação e rendimento escolar, efeitos das práticas docentes e a importância de se reconhecer e trabalhar as emoções em sala de aula.

Metodologia

Para este trabalho, a fim de estabelecer relações com a aprendizagem, as emoções e sentimentos precisam ser identificados e medidos. Esse processo investigativo é, portanto, bastante complexo, pois o uso de qualquer instrumento de medição pode interferir no experimento, afetando as emoções dos participantes. Por outro lado, solicitar que os indivíduos meçam suas emoções é outro desafio, uma vez não há o costume de se refletir, de modo apurado, como se sente e para muitas pessoas emoções e sentimentos são entidades abstratas, sem origem material, de modo que os auto-relatos podem ser pouco reveladores dos estados internos dos sujeitos.

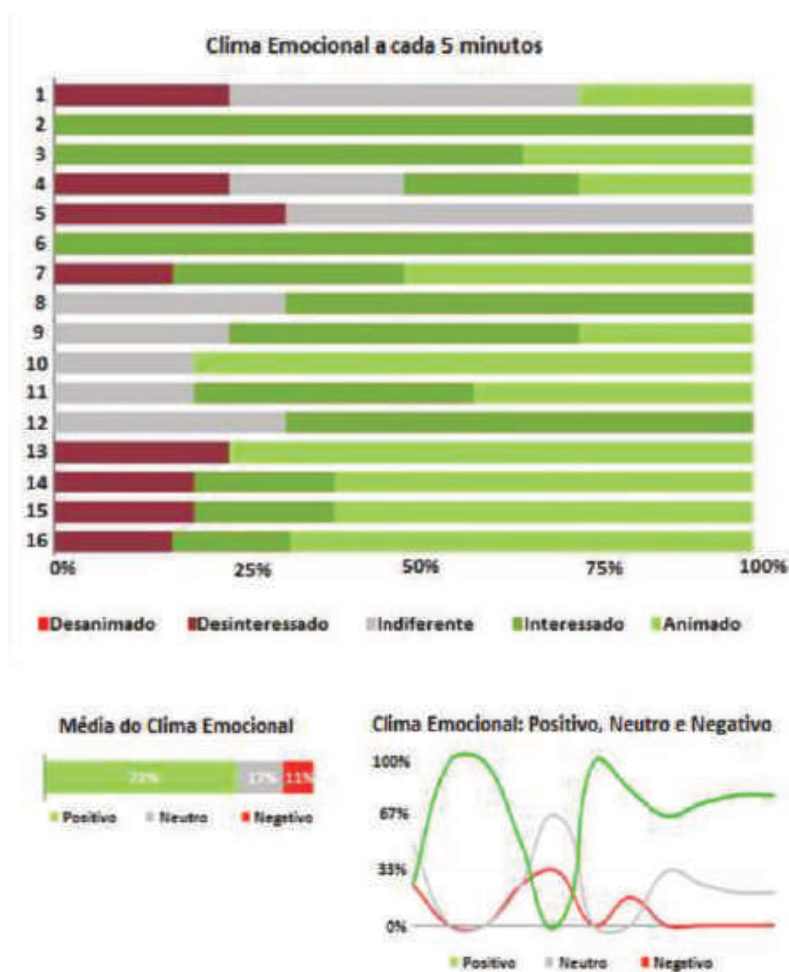
Com o aumento de pesquisas sobre emoção, o pesquisador australiano Alberto Bellocchi realizou um levantamento sobre os métodos de identificação e medição mais utilizados no contexto científico. As principais abordagens encontradas para análise de um indivíduo foram a investigação a partir de gestos, fala, temperatura corporal e posicionamento espacial diante de outras pessoas (BELLOCCHI, 2015). Considerando que cada indivíduo se relacione e influencie outros, há também um estudo grupal que conta com as emoções individuais e também as relações interpessoais, resultando no que é chamado de "clima emocional".

Assim, nesse trabalho iremos apresentar um meio de medir o clima emocional. Por meio do relato de cada participante, seguindo uma escala de emoções, em um determinado intervalo de tempo, é possível verificar qual é o clima emocional da sala de aula e relacioná-lo com o conteúdo e a prática docente utilizada no momento. A metodologia que utilizamos fez uso de uma lâmpada de LED, controlada remotamente, e de Clickers, que são um dispositivo com teclado numérico digital que coleta as repostas dos estudantes. Participou dessa pesquisa um grupo de estudantes de uma disciplina de Relatividade em um curso de licenciatura em Física de uma universidade pública do Estado de São Paulo. As medidas foram coletadas a cada 5 minutos (BELLOCCHI, 2015) a partir do sinal luminoso da lâmpada, disposta na parte superior da lousa, de frente para os alunos. Um rótulo de emoção foi atribuído a cada um dos botões numerados nos clickers. 1 - Desanimado, 2 - Desinteressado, 3 - Indiferente, 4 - Interessado e 5 - Animado, seguindo Ritchie et al., 2013. A idéia é que, a cada 5 minutos de aula, cada estudante deveria utilizar o cliker para indicar qual sensação o descreveria melhor naquele momento. O curso teve 15 alunos de graduação e todas as aulas foram gravadas em vídeo. Os clickers eram remotamente conectados a um notebook (por

infravermelho) que reunia os dados individuais e permitia que conhecêssemos o clima emocional da sala.

Para cada aula, é possível gerar gráficos como o mostrado abaixo. No quadro maior é detalhada a distribuição das emoções em porcentagem, conforme os momentos de utilização dos clickers. Já no lado direito superior, o clima emocional é resumido seguindo a porcentagem das categorias de emoções: positivas, neutras e negativas, e por fim, no canto inferior direito, são apresentadas as variações dos tipos de emoções conforme os momentos da aula.

Imagem 1: Gráficos sobre o Clima Emocional.



A partir desta metodologia é possível traçar, ao longo de toda uma aula, as mudanças emocionais sentidas pelos estudantes, de modo a compreender as implicações dos estados emocionais e a aprendizagem.

Considerações Finais

As emoções e os sentimentos configuram um importante mecanismo para a manutenção da vida, são reações neurobiológicas e neuroquímicas que desdobram em diversos efeitos para o corpo. Sua influência na aprendizagem, e em nosso caso no ensino de Física, tem se consolidado por meio de muitas pesquisas, muitas delas

experimentais. Apoiando-se nos conhecimentos e procedimentos metodológicos da Neurociência, o estudo das emoções tem se tornando uma ferramenta para melhor compreensão dos alunos e da classe.

Nosso trabalho pautou-se em colaborar com a discussão teórica sobre as emoções e sentimentos e também apresentar uma metodologia para sua averiguação. A partir do relato dos alunos e, conseqüente determinação do clima emocional, é possível conseguir informações essenciais para a compreensão da relação entre emoção e aprendizagem em contextos reais de sala de aula.

Acreditamos que é preciso um maior esforço da comunidade acadêmica em fomentar mais pesquisas sobre as emoções no contexto da sala de aula.

Referências Bibliográficas

BECHARA, A., H. DAMASIO, et al. Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral cortex*, v.10, n.3, p.295-307, 2000.

BELLOCCHI, A. Methods for sociological inquiry on emotion in educational settings. *Emotion Review*. n. 7, p.151-156, 2015.

BELLOCCHI, A. Interaction ritual approaches to emotion and cognition in science learning experiences, *Exploring emotions, aesthetics and wellbeing in science education research*. *Cultural Studies of Science Education*, v. 13, p.85-105, 2017.

BELLOCCHI, A., RITCHIE S., TOBIN K., SANDHU M, SANDHU S. Exploring emotional climate in preservice science teacher education, *Cultural Studies of Science Education*, p.529-552, 2013.

BROCKINGTON, G. Neurociência e Educação: Investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. 2011. (Ensino de Ciências e Matemática) - USP, São Paulo, 2011.

BUSH, G. LUU, P., POSNER, M. Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, v.4, n.6, 2000.

CONSENZA, R. M., GUERRA, L. B. Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DAMÁSIO, A. R. O Erro de Descartes. 6ª reimpressão. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

KARAM, R. Framing the structural role of mathematics in physics lectures: A case study on electromagnetism. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, v. 10, p. 1-23, 2014.

LABAR, K. and Cabeza, R. Cognitive Neuroscience of emotional learning. *Nature Neuroscience Review*, v.7, 2006.

LERNER, J., KELTNER, D. Beyond valence: Toward a model of emotion-specific influences on judgement and choice. *Cognition and Emotion*, v.14, n.4, 2000.

MONTEIRO, I. C. C., GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 1, p.71-84, 2007.

PEKRUN, L., LINNENBRINK-GARCIA. *International handbook of emotions in education*. New York: Routledg, 2014.

UM SIGNIFICADO EPISTEMOLÓGICO PARA AS PESQUISAS INTERPRETATIVAS DE CAMPO E SEU PAPEL NAS INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE FÍSICA

AN EPISTOMOLOGICAL MEANING FOR QUALITATIVE CASE STUDIES AND THEIR ROLE IN THE PHYSICS EDUCATION RESEARCH

Marinês Domingues Cordeiro¹, Rodrigo Guimarães Soares²

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. De Física, marines.cordeiro@ufsc.br

²Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. De Física, rodrigosoares.rgs@gmail.com

Resumo

Empreende-se uma análise epistemológica dos estudos de campo qualitativos para a construção do conhecimento acadêmico em ensino de física, buscando evidenciar sua dimensão axiológica. Assim, apresentam-se suas principais características, quais sejam, seu foco em situações particulares, seu objetivo de descrever ampla e profundamente o universo estudado, sua demanda por interpretação contextual de dados e sua aplicação para o levantamento de potenciais associações, e não generalizações. Apresentam-se alguns tipos de pesquisa de campo qualitativa, como os estudos etnográficos, os estudos de caso e a pesquisa-ação e, dentro de suas metodologias formais, busca-se ponderar os principais valores que cada uma das abordagens demanda, como consistência, coerência, genuinidade e tangibilidade, além da importância da sua negociação para alcançar os ideais de qualquer pesquisa acadêmica como a fidedignidade e a validade. Para isso, aponta-se também a importância do *ethos* do pesquisador, como a busca pela minúcia dos dados, das metodologias e das interpretações para que se efetive a intersubjetividade. Com esta análise, pautada na noção de ciência como conhecimento social, erige-se nesse trabalho um marco teórico para investigação do papel desempenhado por esse tipo de estudo no ensino de física e a elaboração de um mapa axiológico da área para o século XXI.

Palavras-chave: Estudos de campo qualitativos; valores; pesquisa em ensino de física

Abstract

This paper undertakes an epistemological analysis of qualitative field studies for the construction of academic knowledge in physics teaching, seeking to highlight its axiological dimension. Thus, its main characteristics are presented, namely, its focus on particular situations, its aim to describe the studied universe broadly and deeply, its demand for contextual interpretation of data and its application for the survey of potential associations, and not generalizations. It presents some types of qualitative field research, such as ethnographic studies, case studies and action research. Within their formal methodologies, one seeks to weigh the main values demanded by each approach, such as consistency, coherence, genuineness and tangibility, in addition to the importance of its negotiation to achieve the ideals of any

academic research such as reliability and validity. For this, one stress the importance of the researcher's *ethos*, such as the search for the details, the methodologies and the interpretations for the intersubjectivity to be effective. With this analysis, guided by the notion of science as social knowledge, this work builds a theoretical framework for investigating the role played by this genre of inquiry in physics teaching, and the elaboration of an axiological map of the area for the 20th century.

Keywords: Qualitative field studies; values; physics teaching research.

Introdução

Naturalmente usado como marco histórico da fundação da área de pesquisa em ensino de física no Brasil, o primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), ocorrido em 1971, foi ele mesmo uma reação à entrada dos grandes projetos estrangeiros na realidade brasileira. A partir desse simpósio, organizaram-se equipes elaboradoras de novos projetos e interessadas na ampliação ao acesso ao ensino de física e, como consequência, sua melhora. É lícito, portanto, afirmar que, no Brasil ao menos, as pesquisas em ensino de física – mesmo que então incipientes – ocorram há cerca de cinco décadas.

A partir de um olhar histórico e mapeando os principais focos de pesquisa desde então, Moreira (2004) aponta que já protagonizaram as investigações educacionais em física os estudos sobre concepções alternativas, seguidos pelos de mudança conceitual e representações mentais. De fato, a história da área nos mostra que essas foram linhas de pesquisa de amplo apelo, que, para além da produção de conhecimentos sobre o fenômeno do ensino de física, puderam denotar personalidade e unidade à sua comunidade de pesquisa.

Interessantemente, Moreira (2004) também aponta, a partir de sua visão pessoal, que desde o fim da década de 1990, a comunidade vem desempenhando principalmente pesquisas sobre a formação de professores e de cunho micro-etnográfico. Sobre estas últimas, ele quis expressar a preponderância que notava, já ao início da década de 2000, de pesquisas de campo de cunho qualitativo, interpretativas, focadas em pequenos grupos e em pequenas intervenções.

A tradição de pesquisa de uma área pode fornecer muitos aspectos sobre seus objetivos e solidez. Fatores como valores compartilhados explícitos e implícitos e a capacidade de intersubjetividade podem fornecer um retrato sobre determinada área acadêmica, ajudando a confrontar os maiores objetivos com aqueles que vêm sendo alcançados. Um exercício não apenas interessante, mas essencial, para que se possa progredir. No ensino de física, a sede por auto regulação e progressividade se justifica diante das mudanças a que as escolas vêm sendo submetidas, assim como o anseio pela melhora da educação científica para a educação básica. Uma área de pesquisa robusta deve também visar à melhoria desse nível de educação, que está na base de sua justificativa de existência, além de se constituir como seu objetivo final.

Mas, antes de construir qualquer estado da arte – assim como qualquer pesquisa qualitativa, aliás – é fundamental a construção de um marco epistemológico capaz de nortear sua função interpretativa. Portanto, neste trabalho,

apresenta-se a construção de uma compreensão axiológica do significado das pesquisas de campo interpretativas e sua possível articulação com a dinâmica de uma área de pesquisa como a de ensino de física. Para isso, apresenta-se, primeiramente, a compreensão de ciência como conhecimento social, de Helen Longino (1990), objetivando tirar dessa filosofia potenciais compreensões sobre negociação de valores, auto regulação e objetividade para o ensino de física. Em seguida, apresentam-se os tipos de estudos de campo em ensino e educação, seus objetivos, métodos e limitações. A partir deles, articulam-se a compreensão de ciência como conhecimento social para o mapeamento e entendimento dos significados de determinados valores típicos da pesquisa qualitativa, como fidedignidade, validade, fertilidade, consistência, coerência e genuinidade e as marcas do *ethos* da ciência para a potencialização da intersubjetividade na pesquisa em ensino.

Marco filosófico

O que faz crescer o conhecimento científico? Seria a feliz adição de variadas pesquisas feitas com rigor metodológico? Para que serve uma comunidade científica? O caráter coletivo das pesquisas científicas foi mero coadjuvante nos primeiros séculos de filosofia da ciência. É claro que a tônica, que vinha mudando com os primeiros críticos ao positivismo lógico, sofreu grande mudança com o lançamento de *A Estrutura das Revoluções Científicas* na década de 1960. Como enfatiza Hacking (ANO) parafraseando Nietzsche, os filósofos deixaram de analisar uma ciência mumificada a seus gostos. Rapidamente, uma filosofia mais aproximada da sociologia passou a dominar o discurso sobre a ciência.

É inegável, de fato, que a coletividade seja essencial para a construção de qualquer conhecimento acadêmico. A qualquer momento, pode-se encontrar uma variedade enorme de encontros, simpósios, seminários, conferências de expertos de qualquer área, não apenas as das ciências ditas duras. Uma das métricas de avaliação de áreas, aliás, é a quantidade e a qualidade dos periódicos acadêmicos, instâncias essenciais para a circulação de conhecimentos erigidos de pesquisas das mais variadas abrangências e propósitos. Tais espaços, entretanto, não servem apenas para circulação e atualização de pares.

Fundamental para o avanço do conhecimento, a crítica entre pares necessita de instâncias para se estruturar, e espaços como encontros e periódicos desempenham esse papel. Mas, para além disso, são necessários também valores, padrões compartilhados. Eles permitirão que críticas empíricas ou conceituais sejam tecidas e que a negociação gerada por um dos tipos mais importantes de crítica que se pode fazer na ciência – a da relevância das hipóteses estruturadas diante das evidências coletadas – seja efetivada (LONGINO, 1990).

A concepção de Longino (1990) evoca, portanto, uma ciência que não se encerra no trabalho de um cientista ou de um grupo, mas que é uma prática intersubjetiva, perenemente sedenta por críticas, reconstruções, ampliações, reinterpretções. Diferentemente das persuasões, traduções e incomensurabilidades ensaiadas por Kuhn (2009), Longino (1990, p. 74) constrói uma visão de crítica como caminho potencializador da objetividade, além de a única garantia lógica a que se deve aspirar.

De um ponto de vista lógico, se o conhecimento científico fosse compreendido como uma simples soma de produtos finalizados da atividade individual, então não apenas inexisteria uma maneira de

impedir ou atenuar a influência de preferências subjetivas como o próprio conhecimento científico se tornaria uma miscelânea de teorias alegremente inconsistentes. Apenas se os produtos da investigação forem compreendidos como formados pelo tipo de discussão crítica que é possível quando há pluralidade de indivíduos sobre fenômenos comumente acessíveis, poderemos observá-los como conhecimento, em vez de opinião.

Apesar de focar nas críticas, a visão de Longino (1990) não se concentra tanto nos momentos de grandes dissensos, como Laudan (1984) em seu sistema reticulado de justificação. Assim como ele, ela também evoca as dimensões metodológica, axiológica e teórica, embora não tão rigidamente, e certamente reconhecendo que determinados valores estrangeiros à ciência fazem parte da prática científica nas mais variadas instâncias. Sua visão de auto regulação na ciência tem mais a ver com a capacidade de circulação de um conhecimento e de crítica dos pares do que num perpétuo ajuste de teorias, valores e métodos, como o fez Laudan (1984). E nesse sentido, para Longino (1990), a capacidade de uma área de ter igualdade de autoridade intelectual, além da honestidade metodológica e abertura para crítica, são fatores substanciais se essa área se propõe a buscar algum nível de objetividade.

Pesquisa interpretativa: características, objetivos, metodologias

Historicamente compreendida como em oposição ao que se entende por pesquisa quantitativa, que envolveria uma divisão bastante convicta entre sujeitos e objetos de pesquisa, além de tratamentos estatísticos de dados coletados por métodos válidos e fidedignos, a pesquisa qualitativa é uma forma de construção de conhecimentos (sobretudo) sociais que envolve aspectos como a ênfase nos comportamentos, contextos, experiências cotidianas e interações. Portanto, muitas vezes é chamada de pesquisa interpretativa, com características fenomenológicas e naturalistas (MOREIRA; ROSA, 2016).

Neste tipo de pesquisa, a relação sujeito-objeto não se dá de forma dicotômica; em razão de ser interpretativa, essa classificação se torna indiscernível, dado que muito do que se constrói relativamente ao que se estuda pode dizer mais sobre o próprio pesquisador e, ainda, sobre quem lê e reinterpreta a investigação. O pesquisador, ademais, encontra-se em condições também de instrumento de coleta de dados, que são predominantemente descritivos. Neste sentido, cabe enfatizar a importância da indução como forma de se construir conhecimento em situações qualitativas – e mais ainda, o fato de serem guiadas por hipóteses mais abertas, que se afunilam ao longo da experiência naturalista e exigem, para isso, mais cautela e rigor com o processo que o acerto do produto final. São, de fato, pesquisas capazes de trazer robustez a quadros teóricos, assim como suscitar potencialidades heurísticas e proficuidade para novas investigações. Não podem, entretanto, pretender que seus resultados sejam generalizáveis, ou seja, que produzam teoria da qual se podem firmemente deduzir novos fenômenos (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Há uma variedade de métodos de abordagens de campo para fenômenos sociais, como a história oral, a pesquisa participativa, a hermenêutica e a fenomenografia. Contudo, se constituem como tratamentos mais comuns, sobretudo na educação, estudos etnográficos, estudos de caso e pesquisas-ações. As três últimas categorias são de interesse especial neste trabalho, pois parecem se constituir como mais típicas do ensino de física. Apesar de suas similaridades, elas

têm determinadas diferenças de interesse fundamental para a construção de uma epistemologia para o ensino de física.

A etnografia, por exemplo, nasce como método de pesquisa antropológica, uma forma de se conhecer profundamente uma cultura; na educação, entretanto, não se pode dizer que de fato se faz etnografia, mas estudos de natureza e inspiração etnográfica. A imersão na cultura é essencial, pois os dados coletados devem proceder de uma descrição profunda e minuciosa da cultura estudada. Naturalmente, a própria inserção do pesquisador promove alterações nessa cultura, o que deve sempre ser considerado, tanto na coleta de dados, quanto nas suas interpretações. Mais ainda, o pesquisador precisa exercitar diligentemente sua capacidade de pertencer à cultura, e de dar um passo fora dela, a fim de conseguir descrevê-la nos pontos que contrastam ou harmonizam com outras. Como é uma pesquisa de natureza naturalista, ou seja, não envolve a prática de um experimento, mas uma descrição de um processo, o seu objetivo final é, com efeito, uma descrição de uma realidade e a construção indutiva de conhecimentos.

Na etnografia, pesquisas menos amplas, como a microetnografia, podem tomar como foco unidade culturais muito menores: na antropologia, podem ser cenas ou indivíduos; no ensino, pode ser uma implementação didática ou uma interação entre sujeitos didáticos. Mesmo focada, a microetnografia não pode deixar escapar o contexto, que pode e deve servir como parâmetros para as construções interpretativas que podem vir da análise pormenorizada de uma situação cultural mais pontual. Moreira e Rosa (2016, p. 11) enfatizam que “é uma etnografia da comunicação, focando sujeitos, focando sujeitos individuais e seus discursos em determinados cenários”.

Estudo de caso, por sua vez, é um termo amplo que busca caracterizar investigações focadas a partir de uma visão sistêmica. Compreende, assim como a etnografia, que os fenômenos são influenciados por seus contextos e que uma alteração em um dos atores do fenômeno em estudo promove alterações em outros. É interessante frisar que os estudos de caso não são feitos apenas dentro de pesquisas sociais, mas têm valor essencial em pesquisas na área da saúde, da economia e da administração. Seu valor está na compreensão de uma situação que pode dar indícios de compreensão para outras similares. O investigador, neste sentido, visa a descobrir inter-relações com potencial de generalização ou que possam fundamentar estudos posteriores. Também como um estudo microetnográfico, na educação um estudo de caso pode envolver uma implementação e uma interação, embora seu objetivo não seja preferencialmente a descrição, mas a busca de padrões – que, naturalmente, vêm da interpretação das descrições. Ademais, pode-se empreender um estudo de caso de um currículo, de um material ou até mesmo de um sistema escolar. Assim, diferentemente da etnografia, ele pode focar em um dos fatores que, na primeira, seriam parte do contexto dos sujeitos culturais investigados.

Em um estudo de caso, o pesquisador busca, portanto, aspectos, fatores, valores que possam se associar e relacionar. Por isso, não se restringem apenas às descrições; estudos de caso podem de fato ser interpretativos e avaliativos, ou uma articulação entre esses aspectos. Como o termo “estudo de caso” é bastante genérico, há pesquisadores que entendem que uma pesquisa etnográfica, por exemplo, pode ser compreendida como um estudo de caso descritivo. Diferenças metodológicas à parte, outra característica que ambas as abordagens interpretativas

têm é a de que seus objetivos, em geral, giram em torno de fundamentar uma teoria a partir de uma instância particular da realidade, considerando fortemente seu contexto.

Já em relação à pesquisa-ação, sua caracterização como investigação acadêmica – o tipo de investigação que objetiva à construção e solidificação de conhecimentos – há muito vem sendo debatida, sobretudo em razão de seu objetivo mais direto: o de promover melhorias aplicáveis (TRIPP, 2005). No ensino, por exemplo, pode-se compreender que seu objetivo direto é a engenharia didática; entretanto, dissociá-la de sua capacidade de produção de conhecimentos sobre ensino, para além de técnicas de ensino, parece evocar um distanciamento entre ciência pura e ciência aplicada, algo que pode ser compreendido como superado inclusive nas próprias ciências naturais.

Voltando à metodologia desse tipo de investigação, a pesquisa-ação se caracteriza especialmente em torno de dois aspectos: sua organização em espiral e sua coletividade e auto reflexividade. Pelo fato de buscar melhorias para um contexto bem determinado, esse tipo de implementação investigativa envolve etapas que se alimentam: pesquisa, implementação, avaliação e nova pesquisa, nova implementação, nova avaliação e assim por diante. Para executar tantas etapas e para fazer de fato uma reflexão que potencialize os objetivos de produtividade, eficiência, racionalidade e justiça, esse tipo de intervenção exige coletividade e colaboração, tanto quanto for possível, de todos os atores envolvidos neste processo. Por fim, e justamente por sua natureza aplicada, a pesquisa-ação educacional pode unificar atores do sistema que, em outras abordagens, podem ser focalizados, isto é, a pesquisa-ação educacional tende a trabalhar em rede com diversas partes do sistema de ensino como professores, alunos, escolas, currículos, avaliações, projetos pedagógicos, etc.

É possível notar que há, de fato, uma variedade de diferenças entre as aqui apresentadas três formas de abordar fenômenos sociais, particularmente aqueles de ensino de física. Enquanto uma micro-etnografia estaria disposta a fazer uma descrição profunda sobre um determinado tema escolar, um estudo de caso pode se dispor a ir um pouco mais longe, e tentar compreender inclusive – e especificamente para a situação posta – os mecanismos de interação entre os fenômenos que estão sendo escrutinizados. A pesquisa-ação, por sua vez, visa a uma melhoria, e para isso se dispõe a manter variadas etapas e uma postura avaliativa, além, é claro, de ser naturalmente colaborativa.

Traduzindo em valores, podemos dizer que uma pesquisa etnográfica estará preocupada com a produção de conhecimentos genuínos, tangíveis, autênticos e minuciados. São valores que também se buscam de conhecimentos produzidos por estudos de caso, nomeadamente aquele de natureza descritiva. Mas, sendo um estudo de caso de natureza interpretativa, o valor da coerência é especialmente importante: qualquer interpretação mais profunda vai precisar que o valor de coerência com o escopo teórico em que o pesquisador trabalha seja demonstrado. Sendo um estudo de caso avaliativo, novamente a coerência externa tem sua importância, mas também associada ao emergente valor da consistência. Para as pesquisas-ação, além de todos esses valores, certamente os da eficiência, aplicabilidade e competência parecem vir ainda mais à tona.

Naturalmente, todas as características acima mencionadas, por serem valores, articulam-se de modos diferentes para diferentes pesquisadores, avaliando

diferentes pesquisas feitas por meio de diferentes metodologias. Valores, afinal, não possuem uma compreensão objetiva e precisam ser negociados por uma comunidade. As diferentes combinações desses valores, de acordo com o tipo de pesquisa empreendida, podem levar à compreensão de outros valores, mais amplos, que se espera de qualquer pesquisa acadêmica, a saber, a fidedignidade e a validade. Fidedignidade (a capacidade de réplica ou representatividade) e validade (a licitude das interpretações erigidas diante das evidências) são valores que emergem tipicamente de pesquisas quantitativas. Diferentemente dessas pesquisas, em se tratando de pesquisa qualitativa, esses dois valores devem estar associados aos outros valores enunciados (ou ainda outros que a comunidade espere), já que a idiosincrasia é marca fundamental das pesquisas de campo interpretativas.

Para todos os efeitos, é essencial frisar que métodos como etnografia e estudo de caso não são capazes de promover generalizações. Naturalmente, sua representatividade deve ser construída – o que se faz com rigorosa construção metodológica e minuciosa descrição de dados, além de esforços para demonstrar eventos fora da curva de expectativa do pesquisador, diante de seu quadro teórico. Assim, dentro de uma investigação de campo interpretativa, a pormenorização é fundamental tanto para a construção de um sentido de fidedignidade, como para a validade.

Neste sentido, é imprescindível que uma investigação deste tipo evite criar a si mesma empecilhos à sua representatividade, o que aconteceria com a coleta inadequada de evidências – em quantidade e diversidade. Após a coleta, na fase de interpretação das evidências e da associação com a hipótese que a partir delas se constrói, é essencial analisar as instâncias desconfirmadoras, assim como apresentar e examinar casos divergentes, antagônicos com as expectativas teóricas do pesquisador. Enfim, para o alcance de valores caros a qualquer pesquisa acadêmica, o investigador qualitativo precisa estar ainda mais focado no *ethos* da pesquisa e do relatório de pesquisa. Outra técnica que se faz relevante é a da triangulação, seja de dados, pesquisadores, teorias, metodologias e até verificação por sujeitos, ou seja, a abertura dos resultados concebidos por um investigador ao escrutínio de outros pesquisadores, sujeitos e técnicas (MOREIRA; ROSA, 2016).

Se os experimentos cruciais são águas passadas nas ciências naturais, quem dirá na pesquisa interpretativa. Sabe-se que uma única pesquisa, quantitativa ou descritiva, é incapaz de gerar resultados generalizadores ou definidores. É necessário que o conhecimento circule entre os pares, e isso é o que justifica toda a cautela essencial com a fidedignidade e a validade da pesquisa interpretativa. A crítica intersubjetiva não deve ser a marca apenas da pesquisa em ciências naturais, mas em toda e qualquer pesquisa que se pretenda progressiva e objetiva (LONGINO, 1990). Assim, caso não haja interesse por reprodução, crítica, ampliação e adaptação das experiências qualitativas existentes em uma área, dificilmente pode-se compreender essa área como construtora de um conhecimento robusto e intersubjetivo; ela pode acabar caracterizando como uma bela miscelânea de saberes fracamente interconectados, além, é claro, de não permitir a salutar negociação de valores (inclusive contextuais) que possam estar guiando as interpretações dos pesquisadores proponentes.

Considerações finais

Diante da quantidade de trabalhos desenvolvidos na área de ensino de física com abordagens de campo interpretativas, este trabalho buscou compreender as características deste tipo de metodologia e os valores cognitivos suscitados por essa forma de construção de conhecimento. Entende-se que essa análise é imprescindível para não apenas elucidar potenciais caminhos para investigações futuras, mas também para traçar um retrato da área em termos dos valores que ela vem buscando em pesquisas e compará-los aos seus objetivos mais gerais. Neste sentido, a partir da construção do presente marco, será dado início a uma ampla investigação de estado da arte, justamente com o objetivo de compreender melhor o andar da área no século XXI. Caso as suspeitas de Moreira (2004) tenham de fato se concretizado, o que isso diz sobre potenciais investigativos futuros? O que isso diz sobre a constituição cognitiva do ensino de física?

É natural que algumas questões sejam suscitadas em relação ao referencial escolhida, já que ele foi tecido com foco nas ciências naturais. Mas os fatores chave da filosofia de Longino (1990) – o foco na abertura à crítica, a negociação de valores, o apelo à intersubjetividade, a demanda por igualdade de autoridade intelectual, o escrutínio metodológico – podem e devem ser foco da construção de qualquer conhecimento acadêmico e pode ser especialmente frutífero para o ensino de física, que cresce a passos largos, mas que tem tido pouco resultado nas escolas.

Vale ainda ressaltar que o âmago deste trabalho – os estudos de campo interpretativos, mais conhecidos como pesquisas qualitativas – não é o de fazer qualquer tipo de desqualificação deste tipo de abordagem de pesquisa, mas de compreender o que ele significa na construção de teorias mais amplas e o que sua prevalência pode nos dizer sobre uma determinada área de pesquisa. Naturalmente, a própria pesquisa quantitativa tem suas lacunas e inclinações positivistas, que precisam cautela especialmente quando aplicadas à educação. Certamente, este tipo de discussão voltará a ter espaço com dados de uma grande revisão de literatura e, promissoramente, nos desenhos metodológicos de pesquisas futuras.

Referências

- KUHN, T. S. Objectividade, juízo de valor e escolha teórica. In: **A Tensão Essencial**. Lisboa: Edições 70, p. 363, 2009.
- LAUDAN, L. **Science and values: the aims of science and their role in scientific debate**. Berkeley, Los Angeles: University of California Press, 1984.
- LONGINO, H. E. **Science as social knowledge: values and objectivity in scientific inquiry**. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MOREIRA, M. A. Pesquisa em educação em ciências: uma visão pessoal. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 3, n. 1, p. 10, 2004.
- MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos. **Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, 2016.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, p 443, 2005.

AS RELAÇÕES ENTRE OS HÁBITOS DE ESTUDO E OS HÁBITOS DE JOGO DE FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA E MATEMÁTICA

THE RELATIONS BETWEEN FUTURE PHYSICS AND MATHEMATICS TEACHERS STUDY AND GAMING HABITS

João Fernandes¹, André Machado Rodrigues²

¹Instituto de Física, Universidade de São Paulo, joaof@if.usp.br

²Instituto de Física, Universidade de São Paulo, rodrigues@if.usp.br

Resumo

Jogos são atividades sociais, e, especialmente os jogos eletrônicos, têm tomado espaço dentre as atividades dos jovens nos últimos anos. Tendo isto em vista, este trabalho tem como objetivo investigar as relações entre hábitos de estudo e hábitos de jogo de futuros professores de Física e Matemática da Universidade de São Paulo. Para isso, foi aplicado um questionário com 27 assertivas do tipo-Likert para 41 estudantes do curso de licenciatura em Física do período diurno e 41 alunos do curso de licenciatura em Matemática do período noturno. As respostas foram tratadas com auxílio do software *R* seguindo a metodologia de análise por fatores. O valor do alfa de Cronbach foi 0,69 para o bloco de hábitos de estudo e 0,79 para o bloco de hábitos de jogo o que, de acordo com a literatura, é um bom índice de confiabilidade. As análises levaram ao resultado de que estas relações têm impacto inversamente proporcional uma na outra. Os resultados e implicações para o ensino de Física são discutidos no artigo.

Palavras-chave: Hábito de estudo; hábito de Jogo; professores.

Abstract

Games are social activities, and, especially electronic games, have acquired a space between the activities of young people in recent years. In view of this, this work aims to investigate the relationship between study habits and gaming habits of future physics and mathematics teachers at the University of São Paulo. For this, a questionnaire with 27 Likert-type statements was applied to 41 students of the daytime degree course in licentiate in physics and 41 students of the nighttime degree course in licentiate in mathematics. The answers were treated with the aid of the *R* software, following a factor analysis methodology. Cronbach's alpha value was 0.69 for the study habits block and 0.79 for the gaming habits block which, according to the literature, are a good index of use. As analyzes led to the result that these relations have an impact inversely proportional to one another. The results and implications for the teaching of physics are discussed in the article.

Keywords: Studying habits; gaming habits; teachers.

Introdução

Os jogos são atividades socialmente construídas, e que, suas características e funções no desenvolvimento variam em cada sociedade (Elkonin, 1998). Para Elkonin (1998), os jogos são mais do que uma atividade biológica, i.e., uma atividade intrínseca do ser humano. Para o jogo existir é necessário envolvimento social. Tendo isso em mente, é necessário fazer uma análise sobre a sociedade na qual vivemos, uma vez que isso impacta diretamente em quais são os principais jogos, e qual o perfil de seus jogadores.

De acordo com Bittencourt e Giraffa (2003), a sociedade vive num período chamado pós-industrial, e principalmente no avanço das tecnologias de informática e comunicação. Com o avanço da informática, novas maneiras de se relacionar com o mundo e com os outros seres humanos foram criadas. É nesse contexto que os autores incluem o chamado ciberespaço. Uma rede de comunicação em que pessoas compartilham informações por meio de dispositivos tecnológicos computacionais e de telecomunicações (LÉVY, 1999). O ciberespaço, então, faz uma mudança na maneira de se relacionar. O que antes era uma comunicação unilateral, com detentores de conhecimento repassando informações, hoje é uma comunicação democrática, em que todos que possuem acesso podem fazer parte do diálogo.

Com este espaço definido, o conjunto de técnicas, atitudes, práticas, pensamentos e valores que são desenvolvidas nele é chamado de cibercultura (BITTENCOURT & GIRAFFA, 2003). Para Lévy (1999), a cibercultura é constituída por três princípios básicos: interconexão, criação de comunidades virtuais e inteligência coletiva.

A interconexão é a pulsão mais forte na origem da cibercultura. Nela, a conexão com outras pessoas é sempre preferível ao isolamento. Os veículos de informação não estariam mais no espaço, mas por meio de uma espécie de reviravolta topológica todo o espaço se tornaria um canal interativo (LÉVY, *ibid.*). A criação das comunidades virtuais depende do desenvolvimento do primeiro princípio, já que o estabelecimento delas é baseado na interconexão dos seus membros.

Uma comunidade virtual é construída sobre as afinidades de interesses, de conhecimentos, sobre projetos mútuos, em um processo de cooperação ou de troca, tudo isso independentemente das proximidades geográficas e das filiações institucionais. (LÉVY, 1999)

Por fim, a inteligência coletiva e último princípio da cibercultura se fundamenta no pressuposto de que um grupo humano só se interessa em constituir-se como comunidade virtual para se aproximar do ideal de coletivo inteligente.

Neste cenário em que a tecnologia se faz cada vez mais presente, os jogos digitais começaram a dividir o espaço que antes era ocupado pelos jogos de cartas, jogos de tabuleiro, etc. A produção e distribuição deste tipo de entretenimento movimentam bilhões de dólares anualmente (ÉPOCA, 2019). Com tanto investimento, o número de jogadores também aumenta ano após ano (GOGONI, 2016).

Tendo em vista este aumento, Mozelius, et al. (2016) realizaram uma pesquisa na Suécia, em que investigaram como o consumo de jogos afetou o desempenho de alunos que estavam na disciplina de aprendizado por meio de jogos. Os alunos escreveram redações contando sobre suas experiências com jogos e discutir se isso levou a conflitos com estudo na escola ou qualquer outro tipo de deslocamento.

Este estudo nos motivou a saber como é essa realidade no Brasil, em especial na Universidade de São Paulo (USP). Este trabalho é parte de um projeto de mestrado que tem como objetivo investigar a utilização de jogos de interpretação de papéis como motivação à pesquisa sobre Física. Assim, esta é uma das etapas do projeto e teve como objetivo investigar como é a relação entre estudo e jogo dos futuros professores de Física e Matemática da USP.

Jogos e ensino de Física

A definição de jogo é um tanto quanto complexa, uma vez que não se sabe qual é a unidade fundamental da atividade para que seja possível definir um conceito (Elkonin, 1998). A origem da palavra jogo vem do latim *iocus*, que significa gracejo, mofa, zombaria. Porém, com o decorrer dos anos, a palavra jogo adquiriu outros sentidos, como jogo de panelas, jogar com os sentimentos de alguém, etc.

Elkonin (1998) em seu livro, *Psicologia do jogo*, faz um compilado de teorias que buscam entender a atividade de jogo. Dentre elas, o autor cita Wundt, Spencer e Schiller.

Para o primeiro, o jogo tem origem no trabalho. Para ele, não existe nenhuma forma de jogo que não tenha suas origens em uma forma de trabalho. Como o trabalho é uma forma de subsistência, é necessário que o gasto energético seja vinculado, para além da sobrevivência em si, mas também para as diversas formas de prazer.

Spencer e Schiller, por outro lado, afirmam que os jogos estão relacionados com o gasto de excesso de energia. Fazendo um paralelo com os animais, os autores descrevem que esses gastam energia para realizar atividades necessárias para saciar suas necessidades básicas, como a fome e a sede. Porém à medida que grupos vão se formando e se organizando, as atividades passam a demandar menos gastos de energia. Assim “O jogo é uma inversão artificial da energia que, por não ter aplicação natural, fica tão disponível para a ação que procura saída em atividades supérfluas, na falta de autênticas” (Spencer, 1897, pp 13-14, apud Elkonin, 1998).

Não é incomum associar a atividade de jogo com o prazer. Porém, de acordo com Vygotsky (1967), isso nem sempre é verdade. De acordo com o autor, existem outras atividades que dão muito mais prazer para as crianças e não são consideradas jogo. Em idade pré-escolar, por exemplo, a atividade de sugar o peito da mãe quando está com fome exerce uma sensação de prazer ao bebê, porém as características desta atividade não a incluem na característica de jogo. Ainda, quando as crianças entram na idade escolar descobrem outros tipos de jogos, que só são satisfatórios dependendo de seu resultado, como os esportes¹.

Vygotsky (1967) afirma que diversas pesquisas que buscam entender a atividade de jogo parte do estudo das crianças, e que cometem um erro ao não considerar seus interesses, necessidades e motivos. Ao tratar as crianças como seres teóricos somente com base no desenvolvimento intelectual, corre o risco de não haver desenvolvimento algum, uma vez que suas atividades estão desconexas de motivos e interesses. “ Parece que todo avanço de um estágio de desenvolvimento para outro

¹ Vygotsky faz referência a jogos esportivos, não somente os atléticos, mas aqueles jogos que tem um resultado de vitória/derrota.

está conectado à uma mudança abrupta nos motivos e incentivos de agir” (VYGOTSKY, 1967, tradução livre)².

Fazendo um paralelo com estas teorias e a escola, e tendo em vista as mudanças nos motivos de agir, pode-se afirmar que as motivações para aprender também mudam no decorrer da idade escolar. Ao chegar no Ensino Médio, os adolescentes estão imersos num contexto de transição em que uns se preparam para o vestibular, onde darão continuidade à sua formação, e outros irão direto para o mercado de trabalho, iniciando assim, uma nova etapa em que o trabalho assume o protagonismo das atividades.

Assim, com contextos e inclinações diversas numa sala de aula, é necessário que o professor tenha um acervo metodológico diverso para que os alunos possam atribuir sentido às aulas. De acordo com Bittencourt e Giraffa (2003), a sociedade vive hoje um período pós-industrial, salto devido às “descobertas da física nuclear, da biotecnologia, dos avanços nos meios de transporte e comunicação, da criação de novos materiais, da ascensão da eletrônica, da informática e das telecomunicações”. Este contexto confere à sociedade um ritmo acelerado no qual o acesso à informação é rápido e fácil.

Junto com o desenvolvimento das tecnologias, novas formas de entretenimento surgiram, entre elas os jogos digitais. De acordo com Mozelius, et al. (2016), depois da chamada revolução casual, a maior parte da população joga algum tipo de jogo digital. Dentre os jogadores existem os que se enquadram na categoria jogadores casuais e outros como jogadores compulsivos.

A primeira categoria compreende aqueles que podem até jogar por várias horas, mas não em sessões extremamente longas, geralmente preferem jogos tranquilos e que não possuem regras complexas. A segunda, no entanto, compreende aqueles que preferem fazer longas sessões de jogos, com regras complexas, embora também joguem jogos casuais.

Um fato importante a ser ressaltado é de que a humanidade joga mesmo antes dos jogos digitais. Jogos teatrais, de cartas, de tabuleiros são exemplos de jogos que tomaram a atenção da sociedade antes da era tecnológica. Assim:

Jogar de maneira compulsiva não é um fenômeno novo e por séculos existiram jogadores que preferiam longas sessões de Bridge, Xadrez e Mah Jong ao invés de trabalhar e construir carreiras profissionais. (MOZELIUS, et al., 2016, tradução livre).³

Ainda de acordo com Mozelius, et al. (2016), embora o jogo possa acarretar vícios, os alunos, os quais foram seus sujeitos de pesquisa, alegam que jogar garantiu a eles uma vida mais rica, com experiências valiosas. Para um deles, “geralmente, jogar é uma fantástica possibilidade para escapar da rotina diária e por um momento estar imerso, descobrindo e aprendendo. Ao mesmo tempo, isso pode levar a estados não prazerosos como o vício”⁴ (MOZELIUS, et al., 2016, tradução livre).

² No original: *It seems that every advance from one age stage to another is connected an abrupt with change in motives and incentives to act.*

³ No original: *Hardcore gaming is not a new phenomenon and there have for centuries been gamers preferring long sessions of Bridge, Chess and Mah Jong over work and professional careers*

⁴ No original: *Generally, gaming is a fantastic possibility to escape daily routines for a while to be immersed, to discover and to learn. At the same time this can lead to less pleasant states like compulsive gaming or addiction.*

Metodologia

Para a criação do questionário, foi necessário buscar na literatura, trabalhos que contemplassem questões sobre tanto hábito de estudo quanto hábito de jogo. O primeiro encontramos alguns artigos, que além de discorrer sobre o assunto, também tem uma contribuição para a formulação de questionários, a saber: Ramos, et al. (2011), Brown e Holtzman (sem data).

Após leitura dos trabalhos supracitados, selecionamos assertivas que complementaríamos o questionário, concluímos com 32 itens, sendo eles 27 assertivas com os parâmetros da escala Likert e 5 questões discriminatórias. Os parâmetros da escala Likert foram de Discordo totalmente à Concordo totalmente, sendo possível assinalar quatro “graus” de concordância. Estes parâmetros foram escolhidos assim, uma vez que as assertivas estão relacionadas à maneira com que o aluno se relaciona com as atividades de estudo e jogo.

Para verificar a validade da escala e computar o escore utilizamos a análise exploratória de fatores. Para ambas as escalas foram computadas a análise fatorial com método de máxima verossimilhança e rotação *oblimin*. Todo o processo foi realizado no R (versão 3.6.1/2019) com o pacote *psych - Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research* (Revelle, 2019). Para seleção dos itens foram retirados dos fatores os itens com carga menor de 0,3. Além disso, o escore final de cada escala foi calculado com o método de ponderação pelo fator *Thurstone* (Grice, 2001). Esse procedimento faz com que os diversos itens da escala tenham pesos distintos no escore final de acordo com a carga no fator.

Com os questionários em mãos, foram contatados dois professores do Instituto de Física da USP, que gentilmente cederam espaço para que a aplicação dos questionários pudesse ser feita. As duas turmas são formadas de calouros dos cursos de Licenciatura em Matemática do período noturno e Licenciatura em Física do período diurno. Os alunos que responderam ao questionário foram 82, sendo 41 em cada uma das turmas.

Tendo os questionários em mãos, os dados foram compilados em tabelas para que pudessem ser analisados com o programa R. Parte das análises destes dados será discutida na sessão seguinte.

Análise dos dados

Os dados foram transcritos para uma planilha, assim puderam ser facilmente exportados para o programa R - pacote *psych*. Para determinar o grau de confiabilidade do questionário, é necessário se fazer o cálculo do Alfa de Cronbach. De acordo com a literatura, um questionário que possui um Alfa igual ou superior a 7,0 é considerado de alta confiabilidade. Neste estudo, temos para o bloco de hábitos de estudo e hábitos de jogo, alfas iguais a 6,9 e 7,9, respectivamente, o que implica em uma alta confiabilidade do instrumento.

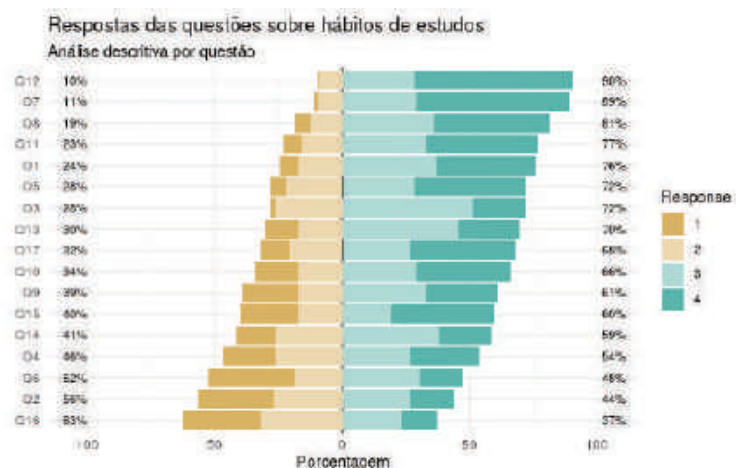


Figura 1: Resposta das questões sobre hábitos de estudo
Fonte: os autores

A Figura 1 representa as respostas dos alunos sobre as questões relacionadas aos seus hábitos de estudo. O gráfico foi organizado de maneira que as questões fossem classificadas em ordem decrescente, tomando como parâmetro respostas de número 3 (concordo parcialmente) e 4 (concordo totalmente).

A Questão 12 - Eu gosto de estudar assuntos relacionados à Matemática -, por exemplo, teve 90% dos respondentes, assinalando 3, ou 4, o que implica que concordam com a assertiva. Acreditamos que o motivo dela ter tido tantas respostas que concordam com a assertiva está ligado ao curso em que o questionário foi passado.

Por outro lado, na Questão 17 - Meu tempo de estudo é menor do que eu realmente necessito - houve uma discrepância maior entre as respostas, com apenas 68% dos respondentes concordado com a assertiva. Estas respostas dão indícios de que os alunos estão cientes de que possuem dificuldades e que precisam estudar mais, porém, por algum fator – que o questionário não pretende investigar – não é possível aumentar este tempo.

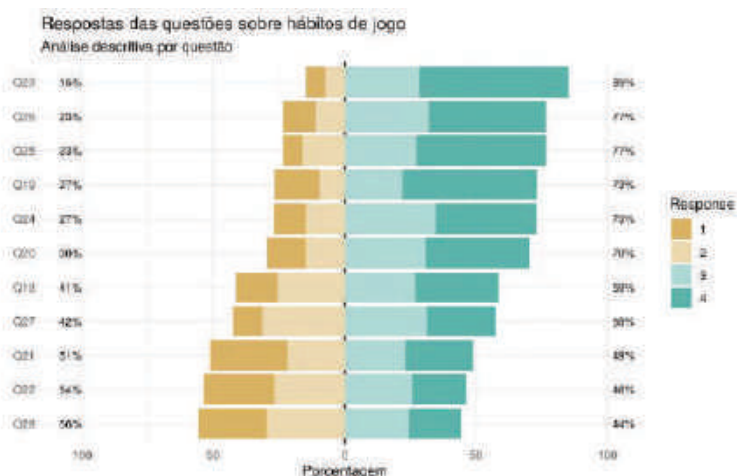


Figura 2: Resposta das questões sobre hábitos de jogo
Fonte: Os autores

Assim como a Figura 1, a Figura 2 é uma descrição das respostas sobre o hábito de jogo dos alunos, organizados de maneira decrescente, tendo como parâmetro o índice de concordância com a assertiva.

A questão 18 - Você joga algum jogo (esporte, jogos de cartas, tabuleiro, eletrônicos, etc)? Com que frequência? - é a única exceção do questionário, uma vez que as suas alternativas eram: 1 - Não tenho o costume de jogar; 2 - Sim, de 1 a 3 vezes por semana; 3 - Sim, de 4 a 6 vezes por semana; 4 - Sim, todos os dias. As respostas nos indicam que a grande maioria dos alunos (aproximadamente 84%) jogam ao menos uma vez por semana.

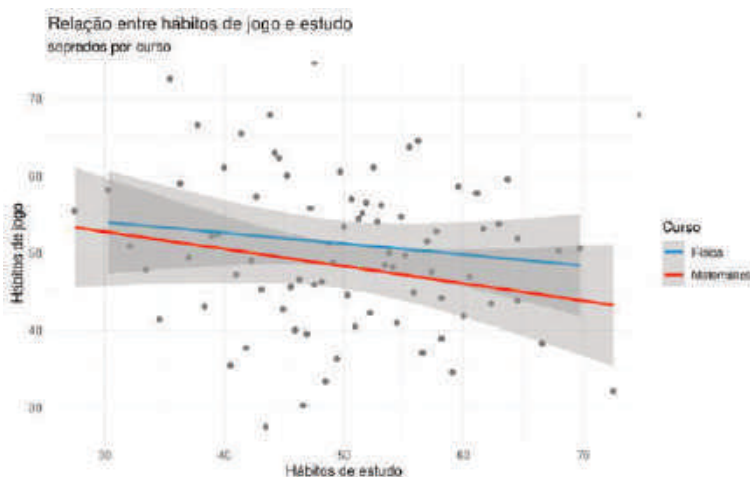


Figura 3: Relação entre hábitos de jogo e hábitos de estudo

Fonte: Os autores

A Figura 3, representa a relação entre hábitos de estudo e hábitos de jogo dos alunos. A linha vermelha representa o curso de Matemática e a Azul o de Física. É possível perceber que em ambos os casos a relação entre jogo e estudo é inversamente proporcional, ou seja, quanto mais um aluno joga, menos ele estuda. No curso de Física, este impacto é menor, uma vez que a reta está menos inclinada, se comparada com a do curso de Matemática.

Conclusão

Este trabalho teve como objetivo investigar quais as relações entre os hábitos de estudo e hábitos de jogo de futuros professores de Física e Matemática da Universidade de São Paulo. Para isso, foi elaborado um questionário com 27 assertivas do tipo Likert, e 5 questões de múltipla escolha, de caráter discriminatório.

Dentre os resultados encontrados, ressaltamos a relação inversamente proporcional entre estes hábitos, i.e., quanto mais tempo um aluno passa jogando (independentemente do tipo de jogo), menos ele passa estudando. É importante ressaltar que o questionário utilizado não tem como objetivo investigar a qualidade do estudo que os alunos fazem, sendo assim, impossível fazer uma relação entre hábito de estudo, hábito de jogo e resultados dos estudos.

Outro ponto importante a ser ressaltado, tendo como suporte o trabalho de Mozellius, et. al. (2016), é o fato de mesmo sabendo que terão menos tempo de estudo, os alunos acreditam que é importante jogar, devido às diversas experiências que a atividade pode proporcionar.

Acreditamos que estes resultados são importantes para uma maior motivação na pesquisa em ensino, no que diz respeito à utilização de jogos. Seja como metodologia de ensino, contextualização, avaliação, ou simplesmente diversão, o jogo está presente na vida dos estudantes, e estudar as diversas maneiras com que ele pode

ser empregado em auxílio à educação, pode ser um passo para melhorar a educação brasileira.

Referências Bibliográficas

- BITTENCOURT, J. R.; GIRAFFA, L. M. Role-playing games, educação e jogos computadorizados na cibercultura. **I Simpósio de RPG em Educação**, 2003
- BROWN, W. F.; HOLTZMAN, W. H. Survey of Study Habits and Attitudes. New York: Psychological Corporation, 1953
- ELKONIN, D. **Psicologia do jogo**. São Paulo: Martins Fontes. 2009.
- GOGONI, R. Brasil Gamer: 82% dos jovens e adultos jogam videogames. **Meio Bit**. Disponível em: <https://meiobit.com/328936/brasil-pesquisa-npd-82-por-cento-populacao-entre-13-59-anos-jogam-entre-pcs-consoles-mobile-e-portateis/>. Acesso em 26 de janeiro de 2020.
- GRICE, J. W. Computing and evaluating factor scores. **Psychological Methods**, v. 6, n. 4, p. 430–450, 2001
- MERCADO de games deve gerar receita de US\$ 152 bilhões em 2019. **Época**, 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Empresa/noticia/2019/06/mercado-de-games-deve-gerar-receita-de-us-152-bilhoes-em-2019.html>. Acesso em 26 de janeiro de 2020.
- MOZELIUS, P.; WESTIN, T.; WIKLUND, M.; NORBERG, L. Gaming habits, study habits and compulsive gaming among digital gaming natives. **Research Gate**. 2016
- RAMOS, A. L. M., et al. Questionário de Hábitos de Estudo para estudantes universitários: validação e precisão. **Paidéia**. Vol. 21, No. 50, 363-371, 2011.
- REVELLE, W. (in prep) An introduction to psychometric theory with applications in R. Springer. Manuscrito disponível em: <https://personality-project.org/r/book/>
- VYGOTSKY, L. S. Play and its role in the mental development of the child. **Soviet Psychology**, 5:3, 6-18. 1967. doi: <http://dx.doi.org/10.2753/RPO1061-040505036>

“SEI QUE A TERRA É ESFÉRICA, MAS NÃO SEI EXPLICAR POR QUÊ”: UMA INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES SOBRE A GRAVIDADE E SUA RELAÇÃO COM O FORMATO DOS PLANETAS

“I KNOW THE EARTH IS A SPHERE, BUT I CANNOT EXPLAIN WHY”: AN INVESTIGATION OF STUDENT’S CONCEPTIONS ON GRAVITY AND ITS RELATION WITH THE PLANET’S SHAPE

Gabriela Fasolo Pivaro¹, Gildo Giroto Júnior²

¹Instituto de Física Gleb Wataghin/Universidade Estadual de Campinas, gfpivaro@gmail.com

²Instituto de Química/Universidade Estadual de Campinas, ggirotto@unicamp.br

Resumo

A atual era da pós-verdade traz consigo a temática do negacionismo científico. Nas redes sociais, é comum perceber o aumento de discursos tratando, por exemplo, sobre as vacinas causarem autismo ou a Terra ser plana. Tais concepções podem ser produzidas por diferentes fatores, dentre os quais destacamos a falta de compreensão do “germe” do conteúdo científico ao qual estão associadas. Ao se ter contato com esses discursos nas redes sociais, aqueles que não compreendem o que é a gravidade e as suas consequências costumam crer que ela não existe, criando diversos argumentos para tentar justificar uma Terra plana. Concordando com a visão de que é importante se conhecer as concepções da população para repensar abordagens educacionais que visem uma alfabetização científica para combater os discursos negacionistas, objetivamos analisar quais as concepções sobre a gravidade um particular grupo de estudantes possuía. Através da plataforma Formulários Google, coletamos 76 respostas em que pedimos aos participantes que assinalassem seus graus de concordância (em escala Likert) com cinco afirmações que envolvem o conceito da gravidade, em diferentes contextos. Ao analisar as médias das respostas, nos foi possível perceber que, apesar dos estudantes entenderem a existência da gravidade e a associarem com a força peso, eles não fazem a relação sobre ela e o formato esférico da Terra. Mesmo assim, afirmam crer que a Terra é esférica. Esses resultados são um recorte de uma pesquisa em andamento, cujas discussões ainda necessitam ser mais aprofundadas.

Palavras-chave: terra plana, gravidade, redes sociais, concepções.

Abstract

The current era of post-truth brings with it the theme of scientific negationism. In social networks, it is common to notice an increase in speeches talking about, for example, vaccines causing autism or the Earth being flat. Such conceptions can be produced by different factors, among which we highlight the lack of understanding of the “germ” of the scientific content to which they are associated. When having contact with these speeches on social networks, those who do not understand what gravity is and its consequences tend to believe that gravity does not exist, creating

several arguments to try to justify a flat Earth. In agreement with the view that it is important to know the conceptions of the population in order to rethink educational approaches that aim at scientific literacy to combat the negationism discourses, in this research, we aimed to analyze which conceptions about gravity a particular group of students had. Through the Google Forms platform, we collected 76 responses in which we asked participants to mark their degrees of agreement (on a Likert scale) with five statements that involve the concept of gravity, in different contexts. When analyzing the averages of the responses, it was possible to notice that, although the students understand the existence of gravity and associate it with the weight force, they do not make the relationship about it and the spherical shape of the Earth. And yet, they claim to believe that the Earth is spherical. These results are part of an ongoing research, whose discussions still need to be further investigated.

Keywords: flat earth, gravity, social network, conceptions.

Introdução

Em julho de 2019, o Instituto Datafolha realizou uma pesquisa com 2086 pessoas perguntando qual o formato do planeta Terra: redondo ou plano?¹ Dentre os entrevistados, 7% dos brasileiros declararam crer que o planeta seja plano, mostrando também que essa crença é inversamente proporcional ao nível de escolaridade do sujeito. Além da escolaridade, outros fatores podem estar associados e influenciar o início do pensamento terraplanista no Brasil. Garcia (2019) aponta que o alcance de grupos organizados nas redes sociais tem contribuído nesse sentido. Assim, consideramos importante compreender como os argumentos a favor de uma Terra plana têm sido disseminados nas redes sociais e o porquê estes parecem verossímeis para uma pequena - porém significativa - parcela da população.

Partindo do pressuposto da importância de se conhecer as concepções dos sujeitos na construção de abordagens educacionais para o cerceamento da proliferação desse pensamento anticientífico, apresentamos nesse artigo um recorte de uma pesquisa em andamento que visa compreender quais as concepções sobre gravidade certos estudantes possuem, como elas podem influenciar os argumentos pró ou contra uma Terra plana e como, por meio das compreensões destas concepções, é possível o desenvolvimento de práticas educacionais propositivas para o ensino de Ciências.

Referencial

Em 2016, o dicionário inglês Oxford elegeu a “pós-verdade” como a palavra do ano, definida como “circunstâncias em que fatos objetivos são menos influentes na formação da opinião pública do que emoções e crenças pessoais” (ENGLISH OXFORD, 2016).

A era da pós-verdade está associada a uma crescente alteração, na percepção da população, do conceito de verdade como princípio estruturante da

¹ Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirmam-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.shtml>>. Acesso em: 10/02/2020.

sociedade, permitindo que pessoas comuns, que antes se viam como agentes passivos de formação de conteúdo agora se vejam na possibilidade de um papel ativo (D'ANCONA, 2018). Essas manifestações dos sujeitos que não são especialistas na área mas que almejam mesmo assim contribuir para a disseminação do que consideram conhecimento, costumam apresentar sistemas de explicações hipersimplificadas e linguagem maniqueísta, mesmo diante de uma realidade que se torna cada vez mais complexa e instável (Idem).

Para McIntyre (2018 apud JUNIOR, 2019), é possível identificar as seguintes temáticas no campo da discussão sobre a era da pós-verdade: negacionismo científico, vieses cognitivos, *big data*, mídias sociais e pós-modernidade. Como exemplo de paranoia conspiracionista e negacionismo científico, D'Ancona (2018) cita o movimento antivacina, composto por indivíduos que recusam a imunização, alegando a existência de uma conspiração entre o governo e as indústrias farmacêuticas acreditando na ideia das vacinas como agentes causadoras do autismo em crianças.

Esse tipo de discurso alarmista é aumentado por influenciadores digitais, que muitas vezes manipulam de forma antiética métodos e instrumentos de investigação, visando aumentar o número de acessos aos seus conteúdos e os capitalizando (D'ANCONA, 2018). A isso, soma-se o problema dos algoritmos das mídias sociais, que acabam por selecionar o conteúdo que é mostrado ao usuário com base nos seus registros e rastros digitais. Assim, quanto mais se interage com conteúdos alarmistas e de negacionismo científico, mais conteúdos similares vão surgir nos *feeds* de notícias individuais nas redes sociais.

Com grupos de pessoas com pensamentos semelhantes cada vez mais se aproximando, as informações distintas tornam-se invisíveis, dificultando o debate e a discussão de pontos contrários nesses grupos. Cria-se, assim, um ambiente fértil para a proliferação do discurso anticientífico e o uso do pensamento crítico para discernir o que faz ou não sentido lógico-científico é pouco ou nada utilizado.

Neste cenário e, pautando-nos do exemplo do discurso conspiracionista e anticientífico de que a Terra não é esférica, buscamos interpretações a respeito desse “fenômeno” e nos apoiamos na hipótese de que uma possível explicação para esse acontecimento pode estar pautada na falta da compreensão do denominado “germe” de conteúdo.

Para Davydov (apud ENGSTRÖM, 2002), o “germe” de um assunto acadêmico pode ser entendido como um núcleo central de uma generalização cujos ramos se edificam em casos particulares. Ao se estruturar uma abstração cognitiva generalizada para um certo assunto, o sujeito é capaz de utilizar esse “germe” para olhar de volta para um caso particular e entender a sua origem. O pensamento, construído a partir do entendimento de que particularidades são ligadas através de uma generalização maior é, então, utilizado para “[...] deduzir, explicar, predizer e controlar na prática fenômenos e problemas concretos em seu ambiente” (ENGSTRÖM, 2002, p. 186).

Voltando à discussão sobre o formato de nosso planeta, consideramos que o “germe” de conteúdo para entender que o mesmo é esférico é a compreensão da existência da força da gravidade. Há séculos, utilizamos a física newtoniana e a Lei da Gravitação Universal para predizer o movimento de astros. Entendendo o “germe” do conceito da força da gravidade, de que objetos com massa se atraem mutuamente, somos capazes de deduzir matematicamente e fisicamente que a forma mais

estável de grandes objetos maciços, tais como planetas e estrelas, é uma esfera, no qual as forças de atração entre as massas se equilibram.

Pautamo-nos na ideia de que a gravidade é o “germe” de conteúdo relacionado ao movimento do terraplanismo com base nos inúmeros depoimentos de membros de grupos que defendem a ideia. Em uma página da rede social *Facebook* sobre a Terra plana², por exemplo, podemos encontrar o seguinte discurso para a explicação de por que alguns objetos ficam acima um do outro, como por exemplo uma bola de pingue-pongue (densidade menor do que a da água) flutuar na água e um parafuso (densidade maior do que a da água) afundar:

Densidade e fluabilidade, não “gravidade”. Até uma criança consegue entender e reproduzir conceitos simples da Física verdadeira, mas que fogem das mentes dos teóricos que recorrem a essa força imaginária da “gravidade” como desculpa para tudo o que não conseguem provar na prática.

Esse caso exemplifica a falha de uma generalização para a explicação da posição dos objetos na Terra. O grupo de terraplanistas nega a existência da força da gravidade e utiliza como argumento apenas a densidade dos objetos como forma de explicar a posição dos objetos na Terra, sem buscar uma explicação mais aprofundada para o questionamento de “por que objetos com maior densidade ficam abaixo?”.

Utilizando o conhecimento científico vigente, considerando a força da gravidade, podemos explicar e prever os movimentos de objetos em fluidos levando em consideração a força peso (e empuxo) nos objetos. Objetos mais densos possuem mais massa num mesmo volume e, por isso, a força peso - que os puxa em direção ao centro da Terra - é maior. Entender como a força da gravidade influencia esses acontecimentos cotidianos é se apropriar do conhecimento do “germe” de conteúdo do que é a gravidade.

Um outro exemplo encontrado nas redes está no fórum *on-line* da *Flat Earth Society*³ (Sociedade da Terra plana). Nesse caso, os adeptos do terraplanismo buscam explicar o movimento acelerado de queda dos objetos não pela força da gravidade, mas sim justificando que a Terra está em movimento acelerado para cima e, por causa da Primeira Lei de Newton, a inércia nos faz ter a sensação de que os objetos caem aceleradamente. Como forma de justificar a Terra acelerada para cima nunca alcançar uma velocidade infinita, argumentam que a Teoria da Relatividade de Einstein impede que corpos com massa atinjam velocidades acima da velocidade da luz.

Neste caso, podemos notar que a ausência da busca de uma generalização, de um “germe” de conteúdo, os faz utilizar diversos argumentos recordados de seus contextos originais para corroborar suas crenças, ato esse que Pivaro (2019) chamou de hiperparticularização - para cada contexto, usam uma explicação diferente que poderia ser substituída por um único “germe”: aqui, a força da gravidade.

² Disponível em < <https://www.facebook.com/aterraepлана>>. Acesso em 10/02/2020.

³ Disponível em < <https://www.theflatearthsociety.org/forum/index.php>>. Acesso em 10/02/2020.

A partir dessa discussão, vemos, nos discursos retirados de ambientes virtuais, que a falta da compreensão do “germe” de conteúdo sobre o que é a gravidade e as suas consequências é um fator que muito influencia os “argumentos” a favor de uma Terra plana. Desse modo, o objetivo traçado neste trabalho foi o de analisar como a gravidade é entendida por um particular grupo de estudantes, a fim de verificar se a compreensão (ou ausência dela) em relação a esse “germe” de conteúdo pode, ou não, influenciar a crença em uma Terra plana.

Metodologia

Em novembro de 2019, foi aplicado um questionário *on-line*, através da plataforma Formulários Google, para estudantes ao final de uma disciplina semestral de Física Básica em uma universidade estadual paulista. A disciplina em questão não é oferecida exclusivamente para estudantes das áreas de exatas e, por esse motivo, não utilizou cálculos avançados. Ela teve como objetivo fornecer uma visão geral em mecânica newtoniana e uma introdução ao eletromagnetismo. Os tópicos trabalhados se assemelham ao conteúdo do Ensino Médio compreendendo cinemática, Leis de Newton e forças e campos eletromagnéticos.

Para averiguar quais as concepções sobre gravidade os estudantes teriam ao final da disciplina, formulamos diversas afirmações envolvendo forças e campos gravitacionais em diferentes contextos e pedimos para assinalarem seus graus de concordância com elas. Utilizamos uma escala Likert de cinco pontos, sendo o ponto 1 - discordo muito; o ponto 5 - concordo muito e os outros pontos variantes entre esses dois extremos.

Resultados e Discussão

Ao total, foram acessadas 76 respostas e, a fim de caracterizar o público estudado, ilustra-se na **Tabela 1** os dados dos respondentes, em valores absolutos:

Tabela 1 – características gerais do público

Identificação de gênero						
Feminino			Masculino			
52			24			
Estudou em escola						
Pública		Privada			Ambas	
65		1			10	
Idade (em anos)						
17	18	19	20	21	42	54
4	44	18	5	3	1	1

Fonte: elaborada pelos autores com base das respostas do questionário

As afirmações apresentadas aos respondentes para a indicação do grau de concordância (entre 1 e 5, como mencionado) e as respostas dos estudantes, em valores absolutos e porcentagens, são descritas na **Tabela 2**:

Tabela 2 – respostas do público às cinco afirmações presentes no questionário

Grau de concordância	1	2	3	4	5
Afirmção 1	Quando balões sobem para o céu não há uma força que os puxa para baixo				
Número de respostas (total/porcentagem)	68 (89,5%)	0 (0%)	4 (5,3%)	1 (1,3%)	3 (3,9%)
Afirmção 2	Satélites que orbitam o planeta não estão mais no campo gravitacional da Terra				
Número de respostas (total/porcentagem)	48 (63,2%)	8 (10,5%)	9 (11,8%)	7 (9,2%)	4 (5,3%)
Afirmção 3	É por causa da gravidade que planetas são redondos				
Número de respostas (total/porcentagem)	28 (36,8%)	8 (10,5%)	14 (18,4%)	13 (17,1%)	13 (17,1%)
Afirmção 4	A teoria da Gravidade diz que corpos com massa se atraem				
Número de respostas (total/porcentagem)	17 (22,4%)	4 (5,3%)	12 (15,8%)	19 (25%)	24 (31,6%)
Afirmção 5	Só acreditaria com certeza que a Terra é redonda se visse com meus próprios olhos				
Número de respostas (total/porcentagem)	65 (85,5%)	7 (9,2%)	3 (3,9%)	0 (0%)	1 (1,3%)

Fonte: elaborada pelos autores com base nas respostas do questionário

A afirmação 1 foi formulada com o intuito de verificar se os estudantes assimilam que, mesmo em objetos em movimento ascendente em fluidos (como o ar), a força da gravidade (caracterizada pela força peso durante a disciplina) não deixa de agir. Como discutimos em nosso referencial, a falta dessa compreensão conduz uma parte do grupo terraplanista a crer que a gravidade não existe.

Por 89,5% dos respondentes discordarem da afirmação de que “quando balões sobem ao céu não há uma força que os puxa para baixo”, vemos que associaram a existência constante de uma força gravitacional atuando em objetos terrestres. Tal resultado mostra-se animador, visto que o conceito de força peso foi exaustivamente trabalhado na disciplina em questão.

A afirmação 2, “satélites que orbitam o planeta não estão mais no campo gravitacional da Terra”, foi formulada visando analisar se os estudantes assimilariam os conceitos de força e campo gravitacional. Apesar de não ter sido trabalhada na disciplina a questão particular do campo gravitacional, o conceito de campo foi estudado pelos mesmos durante o conteúdo de eletromagnetismo, sendo possível que os estudantes fizessem a extrapolação necessária para relacionar o movimento dos satélites com a necessidade de um campo gravitacional.

Pode-se destacar que, durante a disciplina, o professor muitas vezes enfatizou a necessidade de haver uma força quando existe uma mudança vetorial de velocidade, como por exemplo quando um objeto muda a direção de seu movimento. Desse modo, não descartamos a possibilidade de que os estudantes apresentarem discordância nessa afirmação não por terem compreendido o conceito de campo gravitacional, mas sim por lembrarem da necessidade de haver “algo” entre a Terra e o satélite para que ele orbite o planeta.

Pode-se notar uma pequena queda de discordância nesta afirmação (73,7%, somando os graus de concordância 1 e 2) em comparação com a afirmação 1. No entanto, apenas analisando os valores absolutos, não nos é possível afirmar se é uma variação significativa ou não.

Nestas duas primeiras afirmações, utilizamos diretamente conceitos que foram trabalhados em sala de aula com os alunos (força peso e campos). Já na afirmação 3, “é por causa da gravidade que os planetas são redondos”, é necessária uma maior extrapolação do que é gravidade e quais suas consequências. Aqui, houve uma mudança na forma de se trabalhar com o conceito, uma vez que não a usamos para falarmos explicitamente da força peso. Apesar de ser possível que, com o conhecimento adquirido durante o semestre, os estudantes chegassem à conclusão de que a Terra é esférica por causa da ação da força da gravidade de atração entre corpos maciços, vemos que apenas 34,2% (somando os graus de concordância 4 e 5) dos respondentes concordam com essa afirmação.

Situação semelhante aparece na análise das respostas da afirmação 4, a qual, afirma de forma direta que “a teoria da gravidade diz que corpos com massa se atraem” e a qual apenas 56,6% (somando os graus de concordância 4 e 5) dos respondentes concordaram. Uma comparação entre os resultados dessa afirmação com as anteriores nos induz a inferir que embora os estudantes tenham se apropriado da existência de uma força peso, causada pela Terra que atrai objetos para baixo, eles não realizam as abstrações necessárias para extrapolar o conceito de gravidade para além de “uma força que existe e a usamos para resolver problemas quando temos que calcular a força peso”.

No entanto, mesmo não utilizando o conceito da gravidade para justificar o formato esférico da Terra, a afirmação 5, “eu só acreditaria com certeza que a Terra é redonda se visse com meus próprios olhos”, obteve uma discordância de 94,7% (somando os graus de concordância 1 e 2), indicando que os respondentes concordam com o formato esférico do planeta. Ou seja, possuem a concepção que a Terra não é plana, mas não sabem o porquê e, deste modo, com base no referencial, o “germe” de conteúdo da gravidade não foi compreendido de modo a possibilitar a interpretação adequada, do ponto de vista científico.

Conclusões

Em tempos onde as redes sociais são fortes componentes de trocas de experiências e informações, discussões anticientíficas difundidas nas redes podem convencer aqueles que não possuem um conhecimento científico a acreditarem que a “teoria da Terra plana” é tão válida quanto a “teoria da Terra esférica”. A compreensão das concepções dos sujeitos é essencial para repensar abordagens educacionais que permitam o desenvolvimento de um pensamento científico e não negacionista.

Os resultados apresentados, ainda que em fase inicial de investigação de uma pesquisa em andamento, mostram que a compreensão e extrapolação de conceitos é tarefa complexa e que exige que as abordagens mencionadas deem subsídios para o desenvolvimento de ações neste sentido.

Partiu-se de uma primeira etapa, cujo objetivo foi identificar as concepções dos estudantes para que, por meio dessas, repensemos como abordar o conteúdo da gravidade de modo a fazer com que os estudantes façam a associação entre esse “germe” e suas consequências no dia-a-dia (entre elas, o formato dos planetas).

O negacionismo científico tem perpassado a, de certo modo, inofensiva crença em uma Terra plana. Outros movimentos têm oferecido riscos potencialmente fatais para a população. Não obstante, diante de uma situação em que a atual esfera governamental apoia e nomeia indivíduos que mostram visões mais próximas do negacionismo científico do que da pesquisa científica para gestão de setores importantes - como a presidência da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (NOVO, 2020) - defende-se que a compreensão e a atuação frente a uma educação de qualidade seja traçada como forma de luta contra essa nova onda obscurantista.

Referências

- D'ANCONA, M. **Pós-verdade**: a nova guerra contra os fatos em tempos de fake news. Barueri: Faro Editorial, 2018.
- ENGESTRÖM, Y. Non scholae sed vitae discimus: como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, Harry (org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, p. 175-197, 2002.
- ENGLISH OXFORD living dictionaries. Word of the Year 2016 is... Disponível em: <<https://en.oxforddictionaries.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2016>>. Acesso em 27/01/2020.
- GARCIA, R. 7% dos brasileiros afirmam que a Terra é plana, mostra pesquisa. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 14 jul. 2019. Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirmam-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.shtml>>. Acesso em: 10/02/2020.
- JUNIOR, G. C. Pós-verdade: a nova guerra contra os fatos em tempos de fake news. **ETD-Educação Temática Digital**, v. 21, n. 1, p. 278-284, 2019.
- MCINTYRE, Lee. **Post-truth**. Cambridge, MA: MIT Press, 2018.
- NOVO presidente da Capes gera polêmica ao defender criacionismo. **G1**. 28 fev. 2020. Disponível em <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2020/01/28/novo-presidente-da-capes-gera-polemica-ao-defender-criacionismo.ghtml>>. Acesso em 10/02/2020.
- PIVARO, G. F. A crença em uma Terra plana e os ambientes virtuais: identificando relações e construções de conhecimento. **XXI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Natal, p. 1-7, 2019.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PERFIL DOS LICENCIANDOS EM FÍSICA DA UFABC

CONSIDERATIONS ABOUT PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS' PROFILE OF THE UFABC

Matheus Ianello¹, Graciella Watanabe²

¹Mestrando em Ensino e História das Ciências e da Matemática pela UFABC, matheus.ianello@aluno.ufabc.edu.br

² Professora Adjunta do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC, graciewat@gmail.com

Resumo

O presente trabalho busca discutir o perfil dos licenciados do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do ABC. A partir de trabalhos recentes com objetivos semelhantes na área, visa compreender e utilizar o arcabouço teórico da sociologia da educação bourdieusiana, mais especificamente a discussão sobre capital cultural, habitus e *ethos de classe*. Para tal, utiliza-se os microdados disponibilizados pela Universidade Federal do ABC sobre o “Perfil do discente de graduação – 2018”. Assim, foi realizado o tratamento desses dados através do programa Alteryx Designer 2020.2. Após análise primária dos dados, foram feitas comparações com os resultados do ENADE 2017 para a Licenciatura em Física de modo que fosse possível discutir as trajetórias educacionais dos alunos e suas características socioeconômicas. Os resultados obtidos evidenciam o baixo número de mulheres na área (em especial na instituição), discute-se uma possível tendência de superseleção dos alunos em universidades de maior renome e a desvalorização da licenciatura devido ao seu baixo número de escolhas dos estudantes pelos cursos específicos no cenário da UFABC.

Palavras-chave: Superseleção; Sociologia da Educação; Licenciatura em Física.

Abstract

The research here presented pursues a discussion of the pre-service physics teachers' profile of the Federal University of ABC (UFABC). From other recent researches with similar objectives, aim to comprehend and utilize Pierre Bourdieu's Sociology of Education – specifically, his argument over the cultural capital, habitus, and ethos. Therefore, we used the microdata from the “Perfil do discente de graduação – 2018” (“Undergraduate students' profile – 2018”, freely translated) provided by the UFABC and studied through Alteryx Designer 2020.2. After a first analysis, a comparison with the results of ENADE 2017 for the Physics Teacher Education Program, we could reason over the students' educational trajectory and its socioeconomics' relevance. Results here presented point to a low number of women in the field (mainly on the institution), a tendency for a superselection of the students in universities with higher reputation and an undervaluation of the Physics Teacher

Education Program due to its predilection of choice for others courses in UFABC's scenario.

Keywords: Super-selection; Sociology of Education; Physics Teacher Education Program

Introdução

O Plano Nacional de Educação (PNE) tem como uma de suas metas “valorizar os(as) profissionais do magistério das redes públicas de educação básica de forma a equiparar seu rendimento médio ao dos(as) demais profissionais com escolaridade equivalente, até o final do sexto ano de vigência deste PNE.” (BRASIL, 2014, p. 53). A meta 17 busca essa valorização para atrair um número maior de pessoas para a carreira docente, afinal ela foi desvalorizada continuamente no Brasil. A literatura mostra que há uma série de fatores que acabam por afastar alunos dos cursos de licenciatura, ou fazê-los desistirem de sua graduação, como excesso de cobranças aliada a um baixo salário, desvalorização social, péssimas condições de trabalho e de infraestrutura ou até a falta de melhores planos de carreira (SÁ, SANTOS, 2016; DAMASCENO, *et al.*, 2011; ARANHA, SOUZA; 2013).

Apesar das dificuldades, os cursos de licenciatura continuam sendo escolhidos por uma parcela dos vestibulandos em todas as regiões do país. Nesse contexto, pode-se reconhecer que compreender o perfil desse grupo traz um panorama importante para compreender as perspectivas, interesses ou opiniões dos egressos sobre seus cursos, assim como entender o que os chamou atenção e os mantiveram na graduação. Associado a tal dimensão, compreende ser de suma importância a análise socioeconômica dos alunos, podendo desvelar características fundamentais para a compreensão dos licenciados.

Nessa pesquisa, dialogando com a literatura, que defende reconhecer nas licenciaturas suas motivações (FELICETTI, 2018), ou de forma mais específica para a licenciatura em física, investigar a questão da afetividade e afinidade (SIMÕES, 2013), relações com os saberes escolares (FEITOSA, 2013) ou os aspectos sociais (SILVA; BARBOSA, 2019) indicam que o tema é bastante atual e relevante, trazendo resultados que serão discutidos com maior profundidade no trabalho.

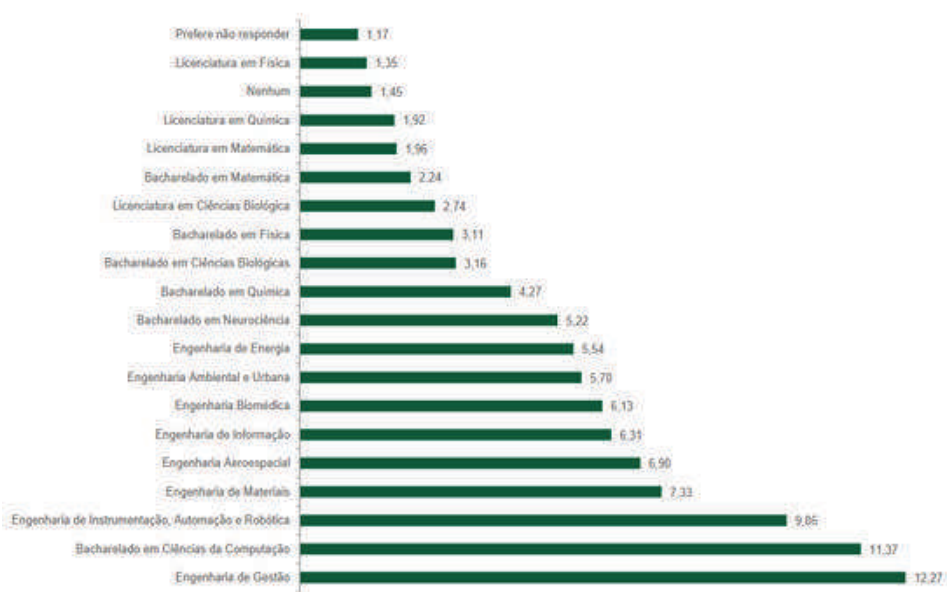
Assim, o estudo sobre o perfil discente das licenciaturas e seus impactos durante a graduação tem se mostrado um tema importante na área. Em especial, trabalhos têm apontado sobre as práticas docentes após o término do curso e como compreender a dimensão da escolha profissional se faz relevante no ensino de física. Diante do desafio posto, a pesquisa “Perfil do discente de graduação – 2018” realizada pela Pró reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional (PROPLADI) da Universidade Federal do ABC (UFABC) traz alguns indicativos que podem dar suporte ao presente debate. Os resultados iniciais já indicam um problema importante no que se refere a Licenciatura em Física. Estudantes que fazem o curso inicial da instituição (Bacharelado em Ciência e Tecnologia – BC&T) possuem mais interesse em finalizar o ciclo básico na UFABC que seguir para um curso de Licenciatura em Física, como demonstrado no Gráfico 1.

Tal gráfico informa que os alunos escolhem a Licenciatura em Física menos que a opção “Nenhum” – representando os alunos que entram na Universidade em questão e saem dela com o BC&T. Essa escolha é possível no contexto da UFABC, visto que os alunos da instituição não se inscrevem de forma direta para o curso

específico, mas sim para um bacharel interdisciplinar que posteriormente dá acesso a uma ou mais opções das apresentadas acima.

Tendo em vista os dados e a forma recente de escolha dos cursos da UFABC, iremos mobilizar uma discussão baseada na sociologia da educação de Pierre Bourdieu, além de outros estudos recentes que tangem os temas “escolha da docência” e “escolha da licenciatura em física”. Objetivamos entender melhor qual o perfil social que adentra tal curso e se é possível realizar inferências sobre os seus motivadores e características socioeconômicas, além de mobilizar a discussão sobre os motivos para um número tão pequeno de discentes escolherem a Licenciatura em Física.

Gráfico 1 – Escolha da especialização dos alunos da UFABC



Fonte: Adaptado de PROPLADI (s.a., p.20)

Bourdieu e a causalidade do provável

A sociologia de Pierre Bourdieu foi fundamental para revelar as relações de desigualdade presentes na escola, seu trabalho foi relevante nos anos 70 e pode-se reconhecer que fundou uma sociologia da educação comprometida com as questões da desigualdade, tornando-se referência para todos aqueles que desejam se aprofundar no tema.

A causalidade do provável pode ser brevemente definida como a interiorização das chances de acesso aos bens, tanto materiais como simbólicos, através da transfiguração das condições objetivas em esperanças subjetivas (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2007). Cada indivíduo, com base em suas condições objetivas de vida, sobrevivência e vivência no meio social, interiorizam um conjunto de possibilidades dadas as condições anteriores, e tendem a investir seus esforços em estratégias mais rentáveis de acumulação de bens. Para tal, são importantes outros dois elementos de sua teoria o *habitus* e o *capital cultural*.

Para o autor, o capital cultural – poder vindo da apreciação, posse ou consumo de bens culturais arbitrariamente designados como superiores – é o mais importante para a consagração, ou não, do indivíduo em toda sua trajetória escolar,

principalmente em seus graus mais elevados (BOURDIEU, 2007). Já o *habitus* é estruturado pelo meio social de cada sujeito, não somente, ele também estrutura as práticas e representações de cada um de nós de forma individual. Sendo as práticas já estruturadas no momento da ação, o *habitus* funciona como o conjunto de disposições possíveis a serem adaptadas pelo sujeito para cada conjuntura de ação (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2007).

Esses dois elementos são fundamentais no funcionamento subjetivo da causalidade do provável, sendo responsáveis pela formação e promulgação do *ethos de classe* definido como a “propensão ao provável pela qual se realiza a causalidade do futuro objetivo em todos os casos de correspondência entre as disposições e as chances (ou as posições atuais e potenciais na estrutura da distribuição do capital econômico e cultural)” (BOURDIEU, 2007, p. 98). Como comentado anteriormente, cada indivíduo, dentro de sua classe social e com certa disposição de capitais, encontra estratégias mais ou menos rentáveis. Ao longo do processo as estratégias mais adequadas acabam por ser incorporadas no *habitus* do sujeito. Através do *ethos de classe* e da causalidade do provável que o sujeito define sua trajetória a fim de melhores condições e acumulações de bens, portanto é interessante avaliar se o perfil da licenciatura em física apresenta algum padrão socioeconômico que permita-nos caracterizar qual a classe ou grupo social – se é que há algum – que usa da licenciatura como meio de promoção social.

Metodologia

A metodologia de pesquisa é quantitativa, utilizando microdados disponíveis no site público da UFABC. O contexto da instituição está associado ao modelo escolhido pela UFABC, como brevemente discutido anteriormente, que permite ao aluno escolher dentre dois bacharéis interdisciplinares - um em Ciências e Humanidades (BC&H) e o outro em Ciência e Tecnologia (BC&T) - por esse trabalho investigar a Licenciatura em Física, focaremos no BC&T. Para que os alunos possam terminar a licenciatura, primeiro precisam passar pelas matérias interdisciplinares do bacharel, após determinado número de créditos cumpridos os estudantes podem realizar a reserva de vaga no curso pretendido, seja nas licenciaturas e bacharéis científicos ou nas áreas associadas à matemática (computação, licenciatura em matemática), além de uma gama de engenharias que podem ser escolhidas. A diferença principal do sistema em questão é que ele permite ao aluno escolher a especialização pretendida dentro da universidade.

Anualmente a PROPLADI realiza o perfil discente de graduação da UFABC. Tal estudo trata-se de uma pesquisa onde cada aluno recebe um e-mail institucional da própria universidade que deve responder. Todas as perguntas são de múltipla escolha, algumas delas com respostas padronizadas para a pergunta, enquanto outras seguem o padrão escala likert de 1 até 5. O objetivo do questionário é “acompanhar a evolução do perfil dos discentes ao longo dos anos e estabelecer um conjunto de informações para subsidiar a formulação e avaliação de políticas institucionais” (PROPLADI, s.a, p. 3). Para tal, busca-se constatar aspectos acadêmicos, pessoais, socioeconômicos e de infraestrutura da universidade.

Na edição de 2018 houve um total de 9929 respostas¹, todas auto-declaradas e sem identificação do aluno. Parte dos dados são expostos no documento “Perfil do discente de graduação – 2018”, através de gráficos realizados pela própria pró-reitoria, também, os microdados contendo todas as respostas individuais estão disponíveis. Há duas observações importantes sobre os dados, a primeira é que o número de respostas para cada questão varia, pois estão vinculadas entre si, já a segunda observação nos informa que há algumas perguntas passíveis de uma ou mais respostas, sendo necessário o cálculo da porcentagem total para cada questão de forma individual.

Para a realização do perfil dos discentes da Licenciatura em Física utilizamos do programa Alteryx Designer 2020.2, tratando os microdados conforme os interesses da pesquisa. Ao separar os alunos que pretendem cursar a Licenciatura em Física (PLF) e os que já estão cursando a Licenciatura em Física (CLF) – siglas criadas pelos autores deste trabalho – temos um total de 170 respostas, em um universo de 7520 alunos², portanto 2.26% cursam ou pretendem a Licenciatura.

A aparente diferença desse dado com o gráfico exposto reside na abordagem da pergunta, visto que enquadrámos os alunos que também estão cursando atualmente. Após a separação do grupo de 170 pessoas – enfatizando-se que tal grupo corresponde aos alunos que declararam estar cursando ou desejarem cursar a Licenciatura em Física - realizamos uma série de análises que serão expostas a seguir e discutidas em comparação com os trabalhos apresentados anteriormente. Julgamos prudente comparar os dados com o “Relatório Síntese de Área: Física (Bacharelado/Licenciatura)” realizado pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes) através das respostas do ENADE 2017.

As outras pesquisas aqui citadas - apesar de realizarem procedimentos parecidos, mas com focos e objetivos diferentes – sempre tratavam de alunos que já escolhiam as licenciaturas no vestibular, portanto, o trabalho aqui apresentado tenta adicionar a variável de escolha do curso dentro da universidade ao debate, para avaliar seu impacto – ou não – em algumas perguntas já realizadas anteriormente e gerar outras questões relevantes para o aprofundamento do debate.

Resultados e discussão

Um aspecto interessante de ser observado na UFABC, se trata das escolhas do corpo discente da Licenciatura. Ao organizar os dados de forma a evidenciar quais são os interesses destes alunos encontramos os seguintes resultados. Os alunos PCL pretendem cursar, além da Licenciatura, o Bacharel em Física e as engenharias – mostrando sua predileção para a área das exatas e sua predisposição para o estudo da física – porém, das 135 respostas, apenas 9 delas (6,67%) gostariam de cursar apenas a Licenciatura, evidenciando sua desvalorização social, afinal ela pode ser cursada, mas com alguma outra formação em conjunto, quase nunca ela está sozinha nessa trajetória de possíveis. Para os alunos CLF o resultado em questão é mais alto, resultando em 6 das 35 respostas (17,14%), não obstante, continua baixo se considerarmos que esses alunos já estão matriculados e cursando as matérias da

¹ Alunos de graduação da UFABC e que responderam o questionário.

² Analisamos apenas os alunos que responderam se pretendem ou já estão alguma especialização, passando de 9929 para 7520 respostas.

especialização escolhida, outra vez a licenciatura aparece como um curso que não se enquadra nessas trajetórias, pelo menos não sozinha. Para avaliar a escolha desses alunos, no caso, evidenciando se o curso é sua escolha primária, secundária, se faz necessária outra abordagem - visto que os microdados não dão conta de responder tal questão – tal pesquisa também está em andamento, podendo ser disponibilizada em breve.

Já o perfil do estudante ENADE 2017 mostra que a Licenciatura em Física é majoritariamente cursada por homens, ocupando 67,2% das respostas (Sinaes, p. 50, s.a.) – lembrando que elas também são autodeclaradas – no entanto a UFABC conta com 88,6% de seu corpo discente do sexo masculino ao se analisar o grupo CLF, uma diferença de 21,4%. Ao realizar a análise para o grupo PLF o número de homens cai para 81,5%, resultando em uma diferença de 14,3%. Apesar do número aumentar, ele ainda está longe de se equiparar ao apontado pelo ENADE, por algum motivo, em especial na universidade em questão, as mulheres ainda não ocuparam a Licenciatura em Física, apesar do corpo docente da instituição contar com um grande número de mulheres, podendo ser referência ou motivador para mais alunas adentrarem o curso.

Analisando comparativamente os cursos com “maior” e “menor” prestígio social na instituição, Engenharia de Gestão e Licenciatura em Física – contando como prestígio o número de escolhas na pesquisa apresentado no Gráfico 1 – ao analisar os dados sobre tipo de entrada é possível perceber que há uma diferenciação entre os cursos como exposto na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Relação entre tipo de entrada e o curso pretendido

Dados sobre tipo de entrada (%)							
Licenciatura em Física				Engenharia de Gestão			
Ampla	1 escolha	2 escolhas	3 escolhas	Ampla	1 escolha	2 escolhas	3 escolhas
44,71	30,00	11,18	4,71	56,80	21,33	9,25	3,52

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

O número de escolhas nos informa o número de tipos de cotas que o aluno assinalou ao entrar na universidade pelo ENEM. Como podemos perceber o número de alunos de ampla concorrência é quase 12% menor na licenciatura, em todos os casos onde há cotas o número é maior na licenciatura, sinalizando que alunos mais privilegiados podem estar frequentando cursos de maior prestígio dentro da instituição. Para evidenciar se está acontecendo alguma forma de seleção dos caminhos através da causalidade do provável são necessárias mais informações (BOURDIEU, 2007).

Quanto à escolaridade dos pais e mães, ao realizar comparação semelhante, os níveis de instrução entre engenharia e licenciatura são parecidos, porém ao se comparar com os dados do ENADE há uma tendência de titulação mais alta entre os familiares de alunos da UFABC, como exposto na tabela 2.

Tabela 2: Comparação da escolaridade dos genitores entre UFABC e ENADE

Grau de escolaridade	Pai		Mãe	
	UFABC	ENADE	UFABC	ENADE
Nenhuma	11,4	9,4	5,4	5,1
Ensino Fundamental	14,3	47,1	5,4	42,6
Ensino Médio	34,3	31,1	46	34,8
Ensino Superior	37,1	9,3	24,2	11,4

Pós-graduação	2,9	3,2	18,9	6,1
---------------	-----	-----	------	-----

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

Sendo a titulação é maior na UFABC em detrimento aos dados do ENADE, foi necessário compreender se o caso se transferia para outros cursos da instituição. Assim, ao comparar o curso de Licenciatura com o curso de Engenharia, parece outro fenômeno já constatado por Bourdieu (2007) conhecido como *superseleção*. Esse conceito está relacionado a um critério anterior ao acesso às universidades que distingue os jovens das classes mais populares através, principalmente, de seu capital cultural.

Essa diferenciação “vem compensar a desvantagem inicial que devem à atmosfera cultural de seu meio” (BOURDIEU, 2007, p. 46). Por conta do crescente sucesso da universidade em relação às notas de avaliações externas, aumentou-se também a demanda por vagas, sendo elas cada vez mais difíceis de serem ocupadas por conta dessa ascensão das notas de corte. Portanto, essa superseleção pode explicar os números em questão, afinal a dificuldade do acesso pode ser suplantada pelo alto capital cultural herdado. Caso parecido ocorre na UFRGS e já foi debatido na literatura conforme trabalhos de Júnior (2013) e Silva e Barbosa (2019), evidenciando a tendência de *superseleção* nesses casos.

Cabe apontar que algumas adaptações foram realizadas na Tabela 3 para tornar possível a comparação entre rendas, visto que os métodos de pergunta são diferentes.

Tabela 3: Comparação das rendas familiares entre UFABC, UFRGS e ENADE

Renda mensal familiar	UFABC	UFRGS	ENADE
Até R\$3000	25,0	37	37,4
Entre R\$3000 e R\$9000	57,1	41	46,9
Acima de R\$9000	17,9	22	15,7

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

Novamente as duas instituições tendem a condições mais favoráveis, tanto em relação ao capital cultural como econômico sendo também evidenciado por Silva e Barbosa (2019).

Considerações finais

A partir do debate sobre a causalidade do provável (BOURDIEU, 2007), os dados apresentados dão indícios de que, através da superseleção do capital cultural e maiores volumes de capital econômico, as escolhas para licenciatura, apesar de sua desvalorização social, ainda podem ser realizadas por uma elite - quando em instituições prestigiosas - que possam valorizar mais seus currículos em uma eventual disputa. Tal perspectiva pode ser interpretada à luz dos trabalhos de Bourdieu através da *translação global das distâncias* que Bourdieu denominou de *translação global das distâncias* (BOURDIEU, 1998 apud NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2007, p. 66). Além dessa estratégia, o autor demonstra estatisticamente que pessoas com origens sociais mais elevadas possuem melhor rendimento do mesmo diploma, visto que os detentores de maior capital social e econômico podem tirar maior proveito desse título (BOURDIEU, 2007). Apesar dos indícios, é necessário maior critério para avaliar se tal correlação é verdadeira, portanto, um maior aprofundamento se faz necessário e já está sendo produzido, podendo ser divulgado em breve.

Referências

ARANHA, Antônia Vitória Soares; SOUZA, João Valdir Alves de. **As licenciaturas na atualidade: nova crise?**. Educ. ver., Curitiba, n. 50, p. 69-87, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602013000400006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 19 fev. 2020.

BOURDIEU, P. **A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e a cultura** In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Orgs.). Escritos de Educação. Petrópolis, RJ.: Vozes, 2007. Cap.2.

_____. **Futuro de classe e causalidade do provável** In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Orgs.). Escritos de Educação. Petrópolis, RJ.: Vozes, 2007. Cap.5.

_____. **A Distinção: Crítica Social do Julgamento**. Porto Alegre: Zouk, 2007.

BRASIL. **Planejando a próxima década: conhecendo as 20 metas do Plano Nacional de Educação**. 2004. Acessado em: 19/02/2020. Disponível em <http://pne.mec.gov.br/publicacoes/itemlist/category/3-elaboracao-e-adequacao>.

DAMASCENO, D.; et al. **A FORMAÇÃO DOS DOCENTES DE QUÍMICA: UMA PERSPECTIVA MULTIVARIADA APLICADA À REDE PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE GOIÁS**. *Quim. Nova*, Vol. 34, No. 9, 1666-1671, 2011. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol34No9_1666_30-ED10999.pdf. Acesso em: 19 fev. 2020.

FEITOSA, Larissa Dias. **A ESCOLHA PELA LICENCIATURA EM FÍSICA - UMA ANÁLISE A PARTIR DA TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER**. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.*, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 235-251, Dec. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172013000300235&lng=en&nrm=iso. Acesso em 19 fev. 2020.

FELICETTI, Vera Lucia. **Egressos das licenciaturas: o que move a escolha e o exercício da docência**. *Educ. rev.*, Curitiba, v. 34, n. 67, p. 215-232, fev. 2018. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602018000100215&lng=en&nrm=iso. Acesso em 19 fev. 2020.

JÚNIOR, Paulo Roberto Menezes Lima. **Evasão do ensino superior de Física segundo a tradição disposicionalista em sociologia da educação**. Orientadora: Fernanda Ostermann. 2013. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Doutorado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

NOGUEIRA, Maria Alice; NOGUEIRA, Claudio M. Martins. **Bourdieu & a Educação**. [S.l.]: Autêntica, 2007.

PRÓ REITORIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL - PROPLADI (Brasil, Santo André - SP). **Pesquisa Censo e Opinião Discente UFABC (2018)**. Santo André, s.a. Disponível em: http://propladi.ufabc.edu.br/images/perfil_graduacao/perfil_discente_2018.pdf Acesso em: 18 fev. 2020.

SÁ, C. S. S.; SANTOS, W.L. P. **MOTIVAÇÃO PARA A CARREIRA DOCENTE E CONSTRUÇÃO DE IDENTIDADES: O PAPEL DOS PESQUISADORES EM ENSINO DE QUÍMICA**. *Quim. Nova*, Vol. 39, No. 1, 104-111, 2016. Disponível em:

<http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/v39n1a15.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2020.

SILVA, Luisa Mariana da; BARBOSA, Rafael de Carvalho. **ASPECTOS SOCIAIS NA ESCOLHA PELA LICENCIATURA EM FÍSICA: UMA ANÁLISE EM UNIVERSIDADES DO RIO GRANDE DO SUL**. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. Belo Horizonte, v. 21, e10544, 2019. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172019000100302&lng=en&nrm=iso. Acesso em 19 fev. 2020.

SIMOES, Bruno dos Santos et al. **A AFINIDADE COM A FÍSICA: UMA ANÁLISE FEITA COM ESTUDANTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL (UFMS)**. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 67-80, abr. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172013000100067&lng=en&nrm=iso. Acesso em 19 fev. 2020.

Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. **Relatório Síntese de Área: Física (Bacharelado/Licenciatura)**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/relatorios>. Acesso em: 19 fev. 2020.

ANÁLISE DO MODO DE RACIOCÍNIO CIENTÍFICO NA ARGUMENTAÇÃO DA PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

ANALYSIS OF THE SCIENTIFIC REASONING MODE IN THE ARGUMENTATION OF RESEARCH IN PHYSICS TEACHING

Thales Mendes¹, Moacir Souza Filho²

¹UFMS, thales.mendes@ifbaiano.edu.br

²UNESP, moacir@fct.unesp.br

Resumo

Vários pesquisadores adotam, preferencialmente, como modo de raciocínio indutivo a metodologia da pesquisa qualitativa. Atribuem um conceito de indução que emerge da parte para o todo a fim de justificar essa ligação. Contrapondo essa visão indutivista, por meio de análise de conteúdo, buscou-se nos artigos do Caderno Brasileiro de Ensino Física, da seção de Pesquisa em Ensino de Física, emergir aspectos dedutivos nas pesquisas explicitamente definidas como qualitativas pelos autores. Foram analisados 24 artigos que representam 51% do universo. Destes, 9 explicitavam serem qualitativos (30% dos analisados) e apresentaram aspectos dedutivos nas argumentações que subsidiam seus objetivos.

Palavras-chave: Metodologia, epistemologia, dedução, indução.

Abstract

Several researchers prefer, as a way of inductive reasoning, the qualitative research methodology. They attribute a concept of induction that emerges from the part to the whole in order to justify this connection. Contrasting this inductivist view, through content analysis, it was sought in the articles of the Brazilian Physical Education Notebook, of the Physics Teaching Research section, to emerge deductive aspects in the research explicitly defined as qualitative by the authors. 24 articles were analyzed, representing 51% of the universe. Of these, 9 stated that they were qualitative (30% of those analyzed) and presented deductive aspects in the arguments that support their objectives.

Keywords: Methodology, epistemology, deduction, induction.

Introdução

Alguns autores que estudam metodologia científica com rigor epistemológico ao descreverem a pesquisa qualitativa, remetem-na ao método indutivo (GUERRA, 2006; GIBBS, 2009; ESTEBAN, 2010; BORBA *et al*, 2013; LÜDKE e ANDRÉ, 2013; PRODANOV e FREITAS, 2013). Outros, seguindo no mesmo sentido, fazem uma

justificativa histórica com citações a outros autores (FLICK, 2009; ROSA e ARNOLDI, 2014).

Não é sempre que os autores deixam explícito a correlação da pesquisa qualitativa com o método indutivo. Há quem faça uma definição da indução e da dedução e deixa o pesquisador-leitor inferir a adequação ao método (DEMO, 1985; MAGALHÃES, 2005; SEVERINO, 2010). Ainda, há autores que não descrevem as questões epistemológicas do método e não citam as implicações da indução e da dedução nas pesquisas científicas (DEL-MASSO, 2012; STAKE, 2011).

Conforme a revisão da literatura realiza nessa vertente, os autores que descrevem a pesquisa qualitativa a inferem, preferencialmente, como indutiva. Em contraponto a essa inferência, buscar-se-á aspectos dedutivos em artigos da seção de Pesquisa Ensino de Física do Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

O raciocínio indutivo e o dedutivo

A argumentação científica pôde se basear em dois modos de raciocínio: o dedutivo e o indutivo. O raciocínio dedutivo é quando se usa premissas para implicar uma conclusão unicamente correta. O raciocínio indutivo é quando se usa premissas para apoiar a conclusão, mas sem garantir a sua veracidade (CHALMERS, 1993).

Alguns autores descrevem a dedução como partir de premissas gerais para chegar a conclusões específicas ou raciocínio “top-down” e a indução como partir de premissas específicas para chegar a conclusões gerais ou raciocínio “bottom-up”. Entretanto, esse é um conceito simplificado e não menciona o mais importante (ABRANTES, 1994).

Um argumento é dedutivo quanto a sua intenção é ser logicamente válido, isso quer dizer que se as premissas forem verdadeiras a conclusão necessariamente tem que ser verdadeira. Uma conclusão dedutiva válida só pode ser falsa se uma das premissas também por falsa, porque a veracidade das premissas implica na veracidade da conclusão. Na dedução a conclusão é uma consequência lógica das premissas, então não é possível dizer nem descobrir nada novo pois a conclusão é apenas uma consequência do que já se conhece (CHALMERS, 1993).

Para gerar novo conhecimento e argumentar sobre algo que não é inteiramente conhecido o método usado é o indutivo. No argumento indutivo a intenção é ser convincente, as premissas não explicam a conclusão, elas são usadas para dar força ao argumento de que a conclusão pode ser verdadeira. Porém, mesmo que todas as premissas sejam verdadeiras não é possível garantir a veracidade da conclusão, apenas se convencer ou não disso. A indução é uma inferência e apesar de não garantir que seus argumentos são corretos, permite chegar a conclusões sobre algo que não se conhece inteiramente ou ainda não foi observado, o que não pode ser feito com o método dedutivo (CHALMERS, 1993).

Dedução e indução não são opostos. São conceitos fundamentalmente diferentes e parte inerentes do método científico. Um ciclo constante em que se usa as evidências como argumentos, a favor ou contra a hipótese, e se baseia na teoria para deduzir e aplicar suas consequências no dia-a-dia. Ao observar uma conclusão falsa, criam-se novas hipóteses para substituir o conhecimento antigo. Mas isso ainda é uma simplificação. Existem muitas regras sobre como se deve montar um

argumento lógico válido e a indução não teve uma definição estabelecida, ainda é um conceito aberto que gera muita discussão, a exemplo da proposta do método hipotético-dedutivo de Popper (2004).

Metodologia

Essa pesquisa é qualitativa com características de uma análise documental (LÜDKE e ANDRÉ, 2013). Porém, discorda-se de Lüdke e André (2013) e de outros autores quando afirmam que essa pesquisa seria indutiva. Pode até ter característica indutiva, mas a dedução é mais representativa. Por meio da análise de conteúdo (BARDIN, 2009) se emergirá aspectos dedutivos em artigos de pesquisa qualitativa. A indução estará presente no processo da análise textual e nas considerações feitas, porém são as definições que baseiam o método dedutivo que serão procurados na análise. Se já existe algo definido (a dedução) e aceito pela comunidade científica não pode ser indução.

O Caderno Brasileiro de Ensino, de onde se escolherá os artigos, é um referencial no ensino de Física e contribuiu desde a sua primeira publicação em 1984 para a mudança nesse cenário educacional. A criação da seção de Pesquisa em Ensino de Física na revista foi em 2011. Até essa pesquisa, foram publicados 8 volumes com o total de 24 números e 47 artigos. Cada artigo recebeu um índice (de 1 até 47) conforme *quadro 1*.

Quadro 1: Indexação dos artigos.

Ano	Volume	Nº	Índice
2011	28	1	1,2,3,4
2011	28	2	5
2011	28	3	6,7
2012	29	1	8
2012	29	3	9
2013	30	1	10,11,12,13
2014	31	2	14,15,16
2014	31	3	17,18
2015	32	1	19,2
2015	32	2	21
2015	32	3	22,23
2016	33	1	24,25,26,27,28
2016	33	2	29,30
2016	33	3	31,32,33,34
2017	34	1	35,36
2017	34	2	37,38,39,40
2017	34	3	41,42,43
2018	35	1	44,45,46,47

Fonte: os autores.

Para notação utilizar-se-á art.1 para denotar o artigo com índice 1 que é o primeiro artigo da seção de Pesquisa em Ensino de Física, do volume 28, número 1, do ano de 2011, do Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Depois foi realizado um sorteio para se obter uma amostra e a ordem da análise dos artigos. A primeira análise foi verificar se o autor do artigo explicita que a pesquisa é qualitativa e somente com essa confirmação se passou para análise em busca dos aspectos dedutivos no texto.

A saturação se deu com a análise de 24 artigos (51% do universo). Desses 9 explicitavam serem de abordagem qualitativa (38% dos analisados).

Análise dos artigos e os aspectos dedutivos

Por questões de espaço na escrita desse trabalho, o *quadro 2* explana somente os 9 dos 24 artigos analisados. Estes apresentaram abordagem qualitativa explicitamente pelos seus autores.

Quadro 2: Artigos analisados.

Ordem	Índice	Título (referência)
2	11	Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de Física (CUSTÓDIO <i>et al</i> , 2013).
6	3	Uso das experiências de cátedra no ensino de Física (ARRIGONE e MULTTI, 2011).
8	25	Metamorfose na sala de aula: desfazendo estigmas na disciplina de Física a partir do teatro (ASSIS <i>et al</i> , 2016).
10	14	A natureza da ciência no ensino de física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional (VITAL e GUERRA, 2014).
12	47	Um estudo exploratório sobre os aspectos motivacionais de uma atividade não escolar para o ensino da Astronomia (LANGHI e MARTINS, 2018).
13	21	Abordagens imagético-verbais relacionadas à balança elétrica de Coulomb em livros didáticos de Física (SILVA e MONTEIRO, 2015).
14	38	RPG pedagógico como ferramenta alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio (MACÊNA JÚNIOR <i>et al</i> , 2017)
17	22	Física e Literatura: uma revisão bibliográfica (LIMA e RICARDO, 2015)
19	35	Projeto Eratóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de Astronomia (LANGHI, 2017)

Fonte: os autores.

Para demonstrar como foi realizada a análise de conteúdo para emergir os aspectos dedutivos foi selecionado 5 dos 9 artigos que estão a seguir.

O art.11, que é qualitativo, os autores afirmam que são “levados a considerar que uma das soluções para escassez de professores de Física no Ensino Médio e a

baixa motivação na disciplina está na melhoria da instrução oferecida neste nível (CUSTÓDIO et al, 2013)” e logo após complementam “tal como assinalaram recentemente Brock e Rocha Filho (2011) (CUSTÓDIO et al, 2013)”. Quando os autores citam Brock e Rocha Filho informam que eles já tinham chamado atenção para a conclusão que chegam: que para solucionar a falta de professores e desmotivação é preciso melhorar a instrução. Se Brock e Rocha Filho já chegaram essa conclusão e os autores do artigo também chegam a mesma conclusão (mesmo em situações distintas), não é indutivo. É dedutivo. Nova é somente a situação de aplicação, porém o que rege aquela situação é a conclusão de Brock e Rocha Filho.

No art.3 os autores denominam seu trabalho como qualitativo e apontam como um resultado da sua pesquisa, em relação ao ensino teórico e experimental que “os alunos compreendem a teoria de forma mais fácil e também a estrutura da aula resulta mais agradável (ARRIGONE e MULTTI, 2011)”. Adiante, escrevem citando Alves Filho:

“Experiências de cátedra, segundo Alves Filho (2000) [...] servem para complementar conteúdos tratados em aulas teóricas, facilitar a compreensão, tornar o conteúdo agradável e interessante, auxiliar o aluno a desenvolver habilidades de observação e reflexão e apresentar fenômenos físicos (ARRIGONE e MULTTI, 2011)”.

Alves Filho afirma que as experiências tornariam o assunto mais agradável e os autores do artigo chegam a uma conclusão preexistente, a não ser pela especificidade da situação. Pela mesma lógica do art.11, é um processo dedutivo e não indutivo.

Para o art.25, os autores denominam seu trabalho como qualitativo e sobre a atuação de um aluno em uma peça teatral conclui que “o aluno apresentou uma notável melhora de atenção e conhecimento na disciplina de Física que se irradiou para todas as disciplinas (ASSIS et al, 2016)” e anteriormente faz uma citação onde descreve:

“De acordo com Oliveira e Zanetic (2004), o uso da atividade teatral pode permitir que a aprendizagem se dê de forma prazerosa, [...] de forma a motivar o aluno na busca do conhecimento, que pode incluir tanto aspectos científicos e culturais, quanto sociais e ambientais teatro (ASSIS et al, 2016).”

Mais uma vez a mesma lógica do art.11 e art.3 se repete. Oliveira e Zanetic, citado por Assis et al (2016), já havia exposto cientificamente os benefícios da utilização do teatro para motivar a aprendizagem. Assis et al (2016) chegam a mesma conclusão, só que posteriormente. Dessa forma, é dedução.

No art.14 os autores escrevem e citam na sequência:

“é possível constatar que o desprestígio com que os professores tratam os conhecimentos da didática, leva-os a considerar o

ensino “[...] uma tarefa simples, para a realização da qual basta conhecer a matéria, ter alguma prática docente e ter alguns conhecimentos “pedagógicos” de caráter geral” (CACHAPUZ et al., 2001, p.157) (SILVA et al, 2013)”.

Nota-se que na mesma frase Silva *et al* (2013) coloca seus resultados (quando escreve que é possível constatar) e já justifica com a citação de Cachapuz. Se justifica seus resultados com o resultado que outra já tinha, não indução, o que remete à mesma lógica dos anteriores.

O art.47 tem como objetivo “estudar os aspectos que conduzem à motivação para aprender Astronomia (LANGHI e MARTINS, 2018)” e na justificativa os autores afirmam que “a literatura da área apontar com frequência que a Astronomia é considerada motivadora (LANGHI e MARTINS, 2018)”. Como resultado da pesquisa qualitativa realizada concluem que:

“Nossos resultados apontam que a Astronomia pode ser considerada motivadora para casos semelhantes ao aqui estudado, pois foram diagnosticados, em uma grande parte dos dados, indícios de motivação intrínseca nos participantes (LANGHI e MARTINS, 2018)”.

Pelos mesmos motivos dos artigos anteriores é possível perceber a ligação entre objetivo, a justificativa na literatura - mas sem citação - e o resultado que já está exposto na justificativa. No entendimento de que algo que já exista e que vai ser aplicado em uma situação é regido pela dedução, e não pela indução, esse aspecto, no artigo, é dedutivo.

Os artigos analisados na sequência (21, 38, 22 e 35) também apresentaram aspectos dedutivos que subsidiaram seus autores nas suas conclusões. Dessa forma, todos os artigos analisados (100% dos artigos com abordagem qualitativa) tiveram situações de raciocínio que podem ser categorizados como dedutivo.

Considerações finais

Dos 24 artigos que foram analisados, em 15 os autores não declararam que sua pesquisa é somente qualitativa. Em todos os 9 artigos restantes, com abordagem qualitativa, foram encontrados aspecto dedutivos.

Não é intenção dessa pesquisa afirmar que a pesquisa qualitativa é dedutiva. Porém, tem por finalidade chamar a atenção dos pesquisadores em epistemologia e metodologia da pesquisa, especificamente a qualitativa. Duas situações são levantadas nesse trabalho que vislumbram estudos posteriores. Uma, se a pesquisa qualitativa é de fato indutiva. A outra, é que se adotar a primeira como verdade, então as pesquisas que tem sido desenvolvidas podem estar metodologicamente e/ou epistemologicamente descompassadas.

Referências

- ABRANTES, P. C. **Epistemologia e Cognição**. Brasília: Universidade de Brasília, 1994.
- ARRIGONE, G. M.; MULTTI, C, N. **Uso das experiências de cátedra no ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 28, n. 1: p. 60-90, 2011.
- ASSIS, A.; WHITAKER, D. A.; WHITAKER, M. A.; CARVALHO, F. C. **Metamorphose na sala de aula: desfazendo estigmas na disciplina de Física a partir do teatro**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 33-50, 2016.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: LDA, 2009.
- BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. FIORENTINI, D.; GARNICA, A. V. M.; BICUDO, M. A. V. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M.; CRUZ, F. F. S. **Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 1: p. 25-57, 2013.
- DEL-MASSO, M. C. S. **Metodologia do Trabalho Científico: aspectos introdutórios**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.
- DEMO, P. **Introdução à metodologia da ciência**. São Paulo: Atlas, 1985.
- ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GUERRA, I. C. G. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso**. São João do Estoril: Princípia, 2006.
- LANGHI, R. **Projeto Eratóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de Astronomia**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 6-46, 2017.
- LANGHI, R.; MARTINS, B. A. **Um estudo exploratório sobre os aspectos motivacionais de uma atividade não escolar para o ensino da Astronomia**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 1, p. 64-80, 2018.
- LIMA, L. G.; RICARDO, E. C. **Física e Literatura: uma revisão bibliográfica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 3, p. 577-617, 2015.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.
- MAGALHÃES, G. **Introdução à metodologia da pesquisa: caminhos da ciência e tecnologia**. São Paulo: Ática, 2005.
- POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2004.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROSA, M. V. F. P. C.; ARNOLDI, M. A. G. C. **A entrevista na pesquisa qualitativa - mecanismos para validação dos resultados.** Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez, 2007

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa: Estudando como as Coisas Funcionam.** Porto Alegre: Penso, 2011.

SILVA, M. F.; MONTEIRO, M. A. **Abordagens imagético-verbais relacionadas à balança elétrica de Coulomb em livros didáticos de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 2, p. 320-350, 2015.

MACÊNA JÚNIOR, A. G.; VILAS BOAS, A. C; PASSOS, M. M. **RPG pedagógico como ferramenta alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 372-403, 2017.

VITAL, A.; GUERRA, A. **A natureza da ciência no ensino de física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 2, p. 225-257, 2014.

Linha 10

Questões
teórico-metodológicas
e novas demandas
na pesquisa em
ensino de Física

Posters

Considerações epistemológicas e ontológicas sobre a natureza da pesquisa em ensino de Física e seus referenciais teóricos; ensino de Física como campo científico; identificação de tendências e perspectivas teóricas e metodológicas na pesquisa na área.

DESCENDENTES ACADÊMICOS DOS BOLSISTAS DE PRODUTIVIDADE DO CNPQ DA ÁREA DO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

ACADEMIC DESCENDANTS OF CNPQ PRODUCTIVITY SCHOLARSHIPS IN PHYSICS EDUCATION AREA: AN EXPLORATORY STUDY

Thales Godoy Bertoletti¹, Matheus Monteiro Nascimento², Luciana Massi³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bertolettithales@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, matheus.monteiro@ufrgs.br

³Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, luciana.massi@unesp.br

Resumo

O estudo dos agentes que fazem parte de uma área de pesquisa contribui para o entendimento da sua configuração. Muitas vezes utilizam-se genealogias acadêmicas para a análise dos mais diferentes campos científicos. A partir das genealogias é possível compreender certas características e limitações destes campos. No presente trabalho temos o objetivo de iniciar um processo de caracterização da área do Ensino de Física no Brasil a partir da elaboração de uma genealogia acadêmica. Nossa pesquisa teve como ponto de partida os dados disponibilizados pela CAPES na plataforma Sucupira no ano de 2018. Utilizamos como objeto de pesquisa os docentes cadastrados em programas de pós-graduação em Ensino que recebem bolsa de produtividade do CNPq e possuem reconhecida experiência na área do Ensino de Física. Estes docentes são muito representativos na área uma vez que possuem elevado volume de capital específico no campo científico e influenciam nas posições de outros agentes e instituições. Os resultados revelam que há poucos docentes bolsistas com ampla formação de recursos humanos na área, certamente produto dos poucos anos de institucionalização do Ensino de Física no país. Este dado que se relaciona com a posse de capital específico sugere que ainda são poucos os agentes que detêm essas medidas de poder dentro desse possível campo.

Palavras-chave: Ensino de Física; Campo científico; genealogia acadêmica.

Abstract

The study of agents that are part of a research area contributes to the understanding of its configuration. Academic genealogies are often used to analyze the most different scientific fields. From the genealogies, it is possible to understand certain characteristics and limitations of these fields. In the present work, we aim to initiate a process of characterization of the area of Physics Education in Brazil from the development of an academic genealogy. Our research had as a starting point the data made available by CAPES on the Sucupira platform in 2018. We used as a research object the professors registered in postgraduate programs in Education who receive a CNPq productivity scholarship and have recognized experience in the area of Physics teaching. These professors are very representative in the area since they have a high volume of specific capital in the scientific field and influence the positions of other agents and institutions. The results reveal that there are few scholarship

holders with extensive training of human resources in the area, certainly the product of the few years of institutionalization of Physics Education in the country. This data that relates to the ownership of specific capital suggests that there are still few agents that have these measures of power within this possible field.

Keywords: Physics Education; scientific field; academic genealogy.

Introdução

Conhecer uma área de pesquisa envolve o estudo dos seus agentes, seus objetos, sua história e sua configuração. Áreas de pesquisa emergentes dependem fundamentalmente desse tipo de estudo para compreender sua situação e vislumbrar caminhos futuros. A caracterização das áreas acadêmicas também pode ser feita a partir da utilização da elaboração de genealogias acadêmicas e esse tem sido tema de pesquisa nos mais diferentes campos científicos. Por definição, genealogia é uma ferramenta que permite estudar a origem, a evolução e propagação de grupos que se inter-relacionam por laços de qualquer natureza, sejam elas familiares ou não. Em geral, o foco das genealogias é o estudo dos ascendentes ou dos descendentes de um certo indivíduo (SUGIMOTO et al., 2011). De acordo com Cronin e Sugimoto (2014), genealogia acadêmica consiste no estudo quantitativo da herança intelectual perpetuada por relacionamentos de orientação entre professores (orientadores/supervisores) e seus alunos (orientados).

No Brasil, muitos trabalhos se utilizaram de genealogias acadêmicas para a caracterização de diferentes áreas do conhecimento, como a matemática, ciência da informação, entre outras (ROSSI, MENA-CHALCO, 2014; OLIVEIRA, et al., 2018; ROSSI, et al., 2018; ROSSI, DAMACENO, MENA-CHALCO, 2019). No presente trabalho, vamos nos apropriar desta ferramenta para iniciar um processo de caracterização da área do Ensino de Física no Brasil. Pautados no conceito de campo, formulado por Pierre Bourdieu, o estudo da genealogia, que aponta diretamente para as “autoridades acadêmicas” e seus descendentes, nos ajuda a compor um conjunto de estudos, que temos desenvolvido, visando configurar o campo de pesquisa da área de Ensino de Ciências.

Em meados da década de 1970 que os primeiros programas de pós-graduação com ênfase no Ensino de Física surgiram no Brasil. Desde então, muitos doutores foram formados, revistas especializadas foram criadas e eventos organizados, contribuindo para a construção da institucionalização e reconhecimento da área. Atualmente, quase meio século depois, fica difícil de ter uma visão global dos pesquisadores que fazem parte desta área. É justamente neste ponto que o presente trabalho pretende contribuir, por meio da identificação de seus principais agentes que detêm maior volume de capital específico nesse campo. Por isso, esta pesquisa se propõe a responder a seguinte questão de pesquisa:

- *Quais são e como se distribuem os descendentes acadêmicos dos bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq vinculados a programas de pós-graduação em Ensino e com larga experiência no Ensino de Física?*

Estes docentes não representam a área como um todo, mas fazem parte do que podemos chamar de elite acadêmica do Ensino de Física (COCK, et al., 2018; BOURDIEU, 1984). Na próxima seção apresentamos brevemente a fundamentação teórica e o percurso metodológico trilhado para conseguir construir o mapeamento da área que nos propomos a realizar. Ademais, detalhamos todos os critérios utilizados a fim de tornar esta pesquisa reproduzível para outras áreas do conhecimento.

Referencial teórico-metodológico

Conforme descrito anteriormente, uma genealogia acadêmica se envolve com a identificação dos ascendentes e/ou com os descendentes de um pesquisador específico. Esse dado aponta para o que Bourdieu (1984) denominou de “autoridade acadêmica”, ou seja, agentes que detém alto volume de capital específico no campo científico e que influenciam nas posições de outros agentes e instituições. Ele explica que o poder propriamente universitário se funda principalmente na posse de um capital adquirido na própria universidade, por meio dos diplomas e do capital social, ou seja, a rede de relações rentáveis estabelecidas por um pesquisador. O poder ou a autoridade científica pode ser medido pela coordenação de uma equipe, pelo reconhecimento pelos pares do campo e pela notoriedade intelectual, mais ou menos institucionalizada por meio de distinções, cargos e prêmios.

Esses conceitos são fundamentais para entender a noção de campo que, embora tenha alguma relação com a área no sentido de tender a reiterar divisões disciplinares, remete a uma disputa de poder pautada na posse do capital específico do campo. Ele opera como um microcosmo dentro do macrocosmo social com leis de funcionamento específicas e leis invariantes para todos os campos. Um campo se delimita por meio da sua autonomia que aponta para fronteiras mais rígidas no sentido da influência das interferências externas ao campo. Portanto, o conceito bourdiano representa uma importante contribuição para a sociologia da ciência ao contemplar aspectos internos e externos ao campo.

No presente trabalho identificamos os descendentes acadêmicos dos bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq vinculados a programas de pós-graduação em Ensino e com larga experiência no Ensino de Física. Nossa pesquisa teve como ponto de partida os dados disponibilizados pela CAPES na plataforma Sucupira no ano de 2018¹. Nestes dados, selecionamos todos os docentes cadastrados em programas de pós-graduação da área de Ensino da CAPES. Esta primeira seleção retornou 3136 docentes. Na sequência, selecionamos aqueles que, além de estarem cadastrados em programas de pós-graduação do Ensino, recebem bolsa de produtividade do CNPq, um total de 179 docentes cadastrados. Em seguida, acessamos o currículo Lattes de cada docente para selecionar apenas aqueles vinculados com a área do Ensino de Física. A identificação da área de atuação dos docentes seguiu os seguintes procedimentos: primeiramente o resumo da biografia que consta no Lattes foi lido. Se este não permitisse concluir qual a área de atuação dos pesquisadores, as publicações mais recentes foram acessadas. Esta nova filtragem retornou 38 pesquisadores.

¹ Plataforma Sucupira: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>.

Observamos que dentro deste grupo de docentes, a maior parte, apesar de afirmar que faz pesquisa em Ensino de Física, não tem experiência na área e recebe bolsa de produtividade por áreas como Física e Astronomia, ou seja, não fazem parte do grupo de especialistas em Ensino de Física do Brasil. Assim, consultamos a área através da qual o docente ingressou no sistema do CNPq como bolsista². Consideramos especialistas em Ensino aqueles que ingressaram no CNPq pela Educação ou pela História (história da ciência). Esta seleção retornou um número de 18 docentes. Este, portanto, é o número de especialistas em Ensino de Física no Brasil que recebem bolsa de produtividade do CNPq. Evidentemente não estamos contemplando todos os especialistas da área, uma vez que muitos não recebem a bolsa de produtividade em pesquisa. No entanto, nosso trabalho é um importante ponto de partida e possíveis pesquisadores podem ser acrescentados ao mapeamento aqui apresentados.

Após filtrarmos a lista com os bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq vinculados a programas da área de Ensino da CAPES e deixarmos apenas aqueles ligados à área de Ensino de Física, iniciamos o processo de construção da genealogia acadêmica dessa área de pesquisa. Ou seja, em posse do nome dos bolsistas do CNPq vinculados à área, analisamos quantos e quem foram os doutores por eles formados, ou seja, os descendentes acadêmicos. Importante perceber que estamos olhando apenas para os doutores ou doutorandos, e não para mestres e mestrandos. As informações sobre as orientações foram obtidas dos currículos da plataforma Lattes e registradas em uma nova planilha. Cada pesquisador doutor inserido na planilha teve seu currículo analisado a fim de checar se já havia orientado ou se estaria orientando algum aluno de doutorado. Por exemplo, vamos supor que o bolsista A tenha orientado (ou esteja orientando) nove doutores. Registramos na planilha, ao lado do nome do bolsista A todos os nomes dos nove doutores. Em seguida, acessamos o currículo de cada um dos nove pesquisadores e registramos, ao lado do seu nome, os alunos de doutorado orientados.

Para fins metodológicos, chamamos de primeiro nível o conjunto de bolsistas que não foram orientados por nenhum outro bolsista, isso significa que eles originam um novo ramo da árvore genealógica acadêmica. Escolhemos chamar de nível ao invés de geração pois, em alguns casos, o primeiro nível coincide com a primeira geração, mas em outros casos isso não acontece. Vamos ilustrar os critérios utilizados e a classificação realizada a partir do pesquisador Marco Antonio Moreira. Moreira não foi orientado por nenhum bolsista do CNPq, sendo ele, portanto, um dos representantes do primeiro nível. Moreira orientou 56 doutores que, de acordo com a nossa classificação, pertencem ao segundo nível. E assim sucessivamente. A partir deste sistema classificatório chegamos até o 4º nível. Após a divisão em níveis, analisamos quais dos doutores formados pelo primeiro nível também recebem a bolsa, tendo assim uma ideia da evolução da distribuição de bolsas do CNPq.

Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta os 18 docentes que fazem parte da elite acadêmica do Ensino de Física no Brasil de acordo com os critérios estabelecidos e descritos na seção anterior. O ordenamento foi feito do maior para o menor número de

² Consulta área bolsa CNPq: http://plsql1.cnpq.br/divulg/RESULTADO_PQ_102003.curso.

descendentes do pesquisador. Lembrando que os descendentes agrupam os orientandos de doutorado, os orientandos dos orientandos e assim por diante.

Tabela 1. Bolsistas de produtividade do CNPq especialistas em Ensino de Física.

Nome	Nível genealógico	Descendentes	Ramos	Total de Níveis
MARCO ANTONIO MOREIRA	1	139	11	4
MAURICIO PIETROCOLA PINTO DE OLIVEIRA	1	67	6	3
MARIA JOSE PEREIRA MONTEIRO DE ALMEIDA	1	52	4	4
ROBERTO NARDI	1	51	4	3
ISABEL GOMES RODRIGUES MARTINS	1	32	4	3
ROBERTO DE ANDRADE MARTINS	1	32	5	4
SERGIO DE MELLO ARRUDA	1	32	1	3
OLIVAL FREIRE JUNIOR	1	31	3	3
CRISTIANO RODRIGUES DE MATTOS	1	18	1	3
CARLOS EDUARDO LABURU	1	17	0	2
IRINÉA DE LOURDES BATISTA	1	17	0	2
FERNANDA OSTERMANN	2	15	0	2
GUARACIRA GOUVÊA DE SOUSA	1	14	1	3
ANDREIA GUERRA DE MORAES	2	11	0	2
IVES SOLANO ARAUJO	1	11	0	2
MARCO ANTONIO BARBOSA BRAGA	1	9	0	2
CIBELLE CELESTINO SILVA	2	8	1	3
FLAVIA REZENDE VALLE DOS SANTOS	1	6	0	2

Nota-se que o bolsista com maior número de descendentes é o professor Moreira, como era esperado. Lembramos que outros docentes do Ensino de Física possuem tantos ou mais descendentes, como o professor Alberto Villani e a professora Anna Maria Pessoa de Carvalho, por exemplo; mas pelo fato de atualmente não possuírem bolsa de produtividade não foram contemplados pelos critérios de seleção. Considerando a descendência deixada por esses pesquisadores, que se reverte em capital específico no sentido de definir perspectivas e rumos para a área de pesquisa, não nos surpreende que os docentes destacados acima são também os fundadores da pesquisa em Ensino de Física no Brasil. Como afirma Bourdieu (1984, p. 116 – tradução nossa), “a acumulação do capital universitário exige tempo [...] as distâncias, neste espaço, se medem em tempo, em lacunas temporais, em diferenças de idade”. Outro resultado de relevância é o fato de que praticamente todos estes docentes fazem parte de programas localizados em estados do sul e do sudeste do Brasil, excetuando-se o professor Olival Freire Jr. que atua no programa da Universidade Federal da Bahia.

A segunda coluna da tabela indica o nível geracional que localiza-se o pesquisador. Apenas três docentes fazem parte do segundo nível, quer dizer, foram orientados por algum bolsista, como é o caso das professoras Fernanda Ostermann e Cibelle Celestino Silva e do professor Ives Solano Araujo. Este resultado sugere a juventude da área do Ensino de Física do país. Ao mesmo tempo, esse resultado aponta para os efeitos de transmissão da autoridade acadêmica, pois, segundo Bourdieu (1984, p. 127) a autoridade patrimonial do “pai do doutor” tende a se

exercer de diversas formas na atuação destes pesquisadores de segunda geração: publicações, auto-censura e referência obrigatória e relações de dependência. Claro que um estudo mais detalhado exigiria mais elementos para medir a autoridade acadêmica dos envolvidos, porém esta genealogia aponta para alguns elementos que compõem e condensam esse índice: o fato do(a) pesquisador(a) possuir bolsa de produtividade do CNPq, uma vez que, para possuir tal bolsa é preciso passar por uma avaliação rigorosa dos pares que analisam uma série de elementos relacionados com a vida acadêmica dos indivíduos. A terceira coluna mostra o número total de descendentes de cada orientador. Destaca-se o expressivo número de descendentes do professor Mauricio Pietrocola. Este resultado pode indicar que o docente orientou muitos doutores ou que os seus orientados orientaram muitos doutores. Para entender o que está acontecendo precisamos olhar para a quarta coluna. Nela está escrito o número de ramos que emergem dos orientados do bolsista. No caso do professor Pietrocola, observamos 6 ramos, indicando que seis dos seus orientados já estão formando novos doutores. Este é o segundo maior número de ramos, atrás apenas do professor Moreira. Esse possível alto índice de autoridade acadêmica, como afirma Bourdieu (1984, p. 128 – tradução nossa), exige “que se pague com sua própria pessoa”, ou seja, demanda um alto investimento pessoal e de tempo, que pode estar relacionado com essa grande quantidade de orientandos. A última coluna ilustra o número de níveis na árvore genealógica acadêmica de cada docente. Percebemos que os docentes com mais níveis são o professor Moreira e a professora Maria José de Almeida.

A Figura 1³ mostra todos os bolsistas com seus descendentes. A cor amarela indica os bolsistas. Visualmente também fica claro que as maiores árvores genealógicas acadêmicas são aquelas do professor Moreira e da professora Almeida. Fizemos a opção de representar todos os docentes na mesma figura a fim ilustrar da maneira mais fiel possível o atual cenário da área do Ensino de Física no Brasil. Destacamos que este mapa poderia ser ampliado se levássemos em consideração também os ascendentes dos bolsistas, ou seja, aqueles que orientaram os bolsistas docentes do primeiro nível. Esta análise será também realizada e publicada em outro momento.

Do mapa final da genealogia dos bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq vinculados a programas de pós-graduação em Ensino e com larga experiência no Ensino de Física fica claro esta área é ainda muito incipiente no cenário nacional. Há poucos docentes bolsistas com ampla formação de recursos humanos na área, certamente produto dos poucos anos de institucionalização do Ensino de Física no país. Esse dado, que remete à autoridade científica e, possivelmente, à posse de capital específico, sugere que ainda são poucos os agentes que detêm essas medidas de poder dentro desse possível campo. Maiores índices de autoridade científica exigiriam dos agentes mais tempo, o que reitera a percepção de que se trata de uma área de pesquisa muito jovem.

³ A Figura 1 em alta definição pode ser encontrada no sítio:

<https://drive.google.com/file/d/1NJAcVE20F9WrHBowM9rwzu4GiGnzafES/view?usp=sharing>.

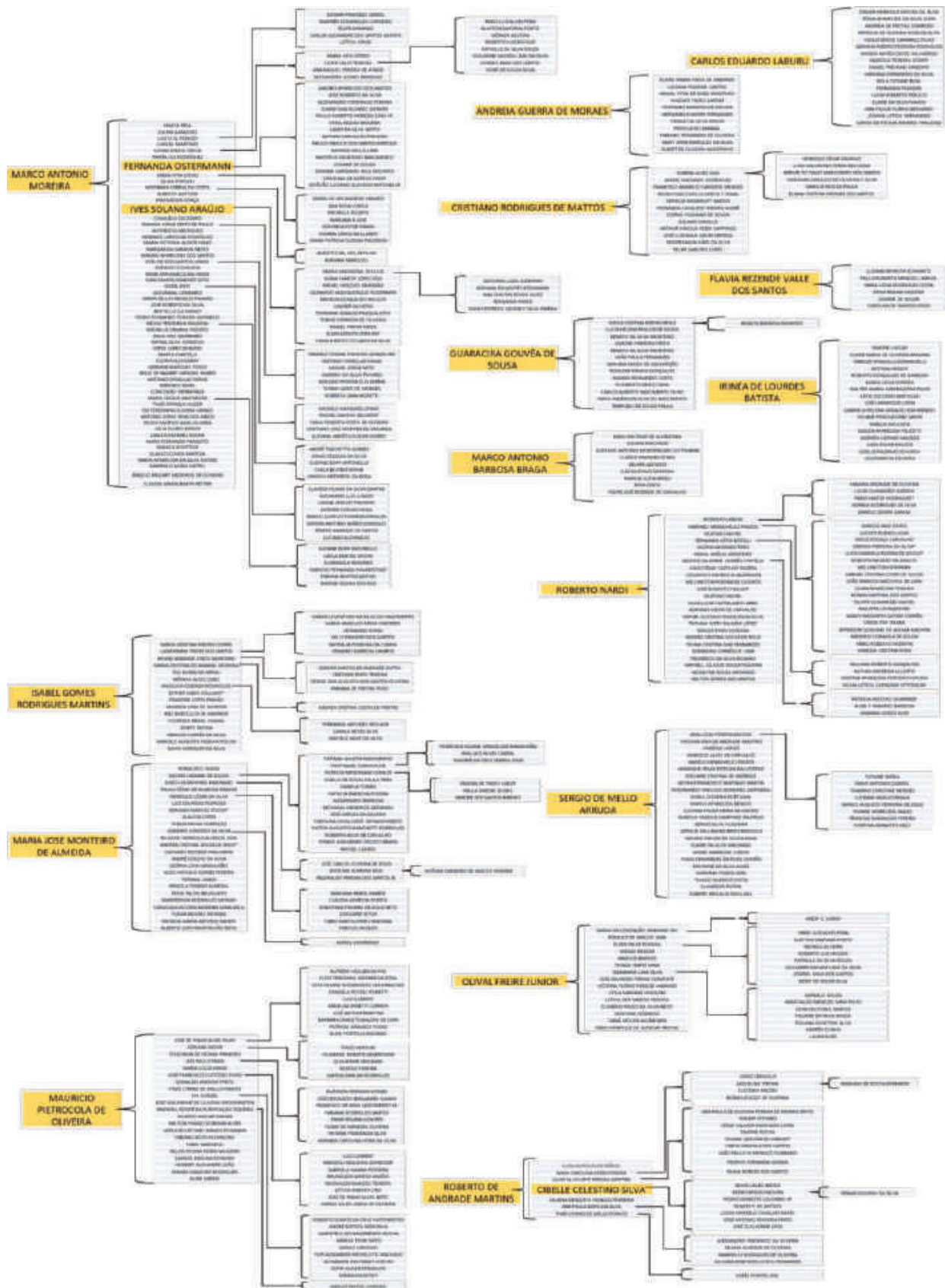


Figura 1. Descendentes acadêmicos dos bolsistas de produtividade do CNPq que fazem parte da elite acadêmica do ensino de Física

Indiretamente esse dado também pode apontar para uma forte dispersão na área, o que dificulta a delimitação de posições hierárquicas entre os sujeitos e, conseqüentemente, prejudica o entendimento de que se trata de um campo de pesquisa, no sentido bourdiano. Claro que a real medida do capital específico e da autoridade científica envolveria outros índices que estão sendo explorados em nosso grupo de pesquisa, mas esse estudo nos ajuda a levantar importantes hipóteses de investigação, além de contribuir para que a área se compreenda melhor.

Considerações finais

No presente trabalho apresentamos, com base em dados de 2018 da plataforma Sucupira da Capes, um mapeamento dos descendentes dos bolsistas de produtividade em pesquisa da área de Ensino de Física. Selecionamos aqueles docentes cadastrados em programas de pós-graduação em Ensino, que recebem bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq pelas áreas da Educação ou da História e com reconhecida experiência na área do Ensino de Física.

Os resultados obtidos nesta primeira análise indicam a recentidade da área do Ensino de Física no Brasil. Dos bolsistas analisados, são poucos com alta taxa de formação de recursos humanos, revelando que a área de fato ainda é bastante jovem. Isto se evidencia pelo número reduzido de docentes com mais de quatro ramos genealógicos, ou seja, mais de quatro orientados que já orientaram ou estão orientando novos doutores. De fato, os doutores formados por sete dos 18 bolsistas ainda não estão orientando ou orientaram novos doutores. Outro resultado importante se refere à concentração de bolsistas na região sul e sudeste. Esses dados apontam para a concentração de autoridade acadêmica em poucos agentes que investiram muito tempo na consolidação desta medida que aponta para a posse do capital específico. Destacamos que esta pesquisa representa um pequeno passo no esforço de configurar o campo de Ensino de Física do país.

Como perspectiva futura, podemos analisar os ascendentes dos bolsistas de produtividade e contemplar outros pesquisadores da área, a partir da estipulação de novos critérios de busca, bem como analisar outros elementos do campo além de seus agentes.

Referências

- BOURDIEU, Pierre. **Homo academicus**. Paris: Les éditions de minuit, 1984.
- COCK, Juliana Cristina Araujo do Nascimento et al . Operando com conceitos de Bourdieu: produtividade em pesquisa e hierarquias acadêmicas no campo da educação. **Educ. Pesqui.**, São Paulo , v. 44, e178938, 2018 .
- CRONIN, Blaise; SUGIMOTO, Cassidy R. (Ed.). **Beyond bibliometrics: Harnessing multidimensional indicators of scholarly impact**. MIT Press, 2014.
- OLIVEIRA, Carlos Alexandre. et al. Genealogia acadêmica: um estudo dos pesquisadores da área de Ciência da Informação com bolsas produtividade em pesquisa na modalidade PQ-1 do CNPq. **Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria**, v. 6, 2018.

ROSSI, Luciano; DAMACENO, Rafael JP; MENA-CHALCO, Jesús P. Genealogia acadêmica: um novo olhar sobre impacto acadêmico de pesquisadores. **Parcerias Estratégicas**, v. 23, n. 47, p. 197-212, 2019.

ROSSI, Luciano et al. Genealogia acadêmica dos doutores atuantes em matemática: um mapeamento macro na ciência brasileira. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 1, 2018.

ROSSI, Luciano; MENA-CHALCO, Jesús P. Caracterização de árvores de genealogia acadêmica por meio de métricas em grafos. In: **Anais do III Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining**. SBC, 2014. p. 21-32.

SUGIMOTO, Cassidy R. et al. Academic genealogy as an indicator of interdisciplinarity: An examination of dissertation networks in Library and Information Science. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62, n. 9, p. 1808-1828, 2011.

BOLSISTAS DE PRODUTIVIDADE DO CNPQ DA ÁREA DO ENSINO DE FÍSICA: MAPEAMENTO DO PERFIL DESSA ELITE ACADÊMICA

RESEARCHERS WITH CNPQ PRODUCTIVITY SCHOLARSHIPS IN THE PHYSICS EDUCATION AREA: PROFILE MAPPING OF THIS ACADEMIC ELITE

Idiari da Silva Silveira¹, Matheus Monteiro Nascimento², Luciana Massi³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, idiari_ss@hotmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, matheus.monteiro@ufrgs.br

³Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, luciana.massi@unesp.br

Resumo

Foi na década de 1970 que surgiram os primeiros programas de pós-graduação com ênfase no Ensino de Física do Brasil. Passados meio século da gênese da área, no presente trabalho nos propomos a analisar a estrutura e configuração da elite acadêmica do Ensino de Física no país. Nos apoiamos em elementos da teoria de Pierre Bourdieu, em especial nos seus ensinamentos sobre a configuração dos campos, para analisar os dados da plataforma Sucupira do ano de 2018. Com relação aos agentes dominantes da área, podemos considerar que a elite acadêmica do ensino de Física do Brasil é constituída por docentes homens, atuando em programas do sul e do sudeste com elevado capital específico na Física e na Astronomia, e não no ensino, revelando uma fragilidade das fronteiras da área. Nossos resultados preliminares apontam para a não-existência de um campo no sentido bourdiano, mas exigem mais estudos e dados empíricos para sustentar essa hipótese.

Palavras-chave: Ensino de Física; campo científico; elite acadêmica.

Abstract

It was in the 1970s that the first graduate programs with an emphasis on Physics Education in Brazil emerged. Half a century after the genesis of the area, in the present work we propose to analyze the structure and configuration of the academic elite of Physics Education in the country. We rely on elements of Pierre Bourdieu's theory, especially in his teachings on the configuration of the fields, to analyze the data from the Sucupira platform of the year 2018. With regard to the dominant agents in the area, we can consider that the academic elite of teaching Physics in Brazil is made up of male teachers, working in programs in the south and southeast with a high specific capital in Physics and Astronomy, and not in teaching, revealing a weakness in the area's borders. Our preliminary results point to the non-existence of a field in the Bourdian sense, but require more studies and empirical data to support this hypothesis.

Keywords: Physics teaching; scientific field; academic elite..

Introdução

Compreender o histórico e o funcionamento de uma área de pesquisa é fundamental no seu processo de consolidação. Esses estudos costumam ser feitos por meio de pesquisas do tipo “estados da arte”, que mapeiam a produção apontando avanços e limites da compreensão do objeto de estudo – que define a área. A sociologia da ciência bourdiana fornece outra perspectiva investigativa ao defender que o estudo do campo – entendido como uma área disciplinar que obedece um conjunto de leis invariáveis para todos os campos e leis específicas à área – permite compreender as relações entre influências internas e externas que configuram as ações e valores de seus agentes e delimitam seu objeto de estudo. Nesse sentido, adotamos esse referencial para compreender a área de ensino de Física buscando a especificidade de seu processo histórico de constituição, por meio de um recorte inicial focado nos agentes que dominam esse campo.

Há muito se reconhece que a área do ensino de Física iniciou seu processo de desenvolvimento no Brasil em meados da década de 60 e início da década de 70 (NARDI, 2015). O primeiro evento nacional voltado para a reunião dos pesquisadores, professores e estudantes da área em formação foi o Simpósio Nacional de Ensino de Física, encontro organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e realizado no recém-criado Instituto de Física da USP, na cidade de São Paulo. Com o passar do tempo e o crescimento da área, especialmente com o surgimento dos primeiros programas de pós-graduação em ensino, sentiu-se a necessidade da criação de uma secretaria particular para o Ensino de Física dentro da SBF e, conseqüentemente, de um evento específico para pesquisadores da área. Com isso, em 1986 ocorreu na cidade de Curitiba o primeiro Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), que contou com a participação de 30 pesquisadores (NARDI, 2015).

A institucionalização da área de Ensino de Ciências em geral, e do Ensino de Física em particular, materializou-se no ano 2000 a partir da criação dentro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) da Área de Ensino de Ciências e Matemática, a chamada área 46. Por motivos políticos, associados principalmente às demandas do Plano Nacional de Pós-Graduação, no ano de 2010 a área 46 acabou sendo transformada em área de Ensino e passou a congrega programas de ensino de Engenharia, de Saúde e das Humanidades (RAMOS; SILVA, 2014). De acordo com os últimos dados da plataforma Sucupira disponibilizados pela CAPES¹, em 2018 haviam 3136 docentes cadastrados em programas de pós-graduação da área de Ensino. Conforme mostram os dados da plataforma, atualmente existem 187 programas de pós-graduação com 228 cursos cadastrados, sendo que 87 de Mestrado Acadêmico, 96 de Mestrado Profissional, 40 de Doutorado Acadêmico e 5 de Doutorado Profissional, indicando o crescimento desta área de pesquisa.

Do total de docentes atuando em programas de pós-graduação da área de Ensino, uma pequena fração recebe bolsa de produtividade (PQ) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Mais precisamente, apenas 179 pesquisadores recebem a bolsa de produtividade na área, o que corresponde a 5 por cento do total de docentes cadastrados em programas de pós-

¹ Plataforma Sucupira: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>.

graduação da área. Estes docentes fazem parte do que podemos chamar de elite acadêmica da área Ensino. Dessa forma, passado aproximadamente meio século da criação da área de Ensino de Física no Brasil, neste trabalho temos o objetivo de mapear a configuração e caracterizar a elite acadêmica desta área. Portanto, nos propomos a responder a seguinte questão de pesquisa:

- *Qual a estrutura e configuração da elite acadêmica da área do Ensino de Física no Brasil?*

Nos apoiamos em elementos da teoria de Pierre Bourdieu, em especial nos seus ensinamentos sobre a configuração dos campos, para analisar os dados da plataforma Sucupira e extrair as informações que podem nos auxiliar na busca por uma resposta à questão de pesquisa proposta.

Quadro teórico

Em primeiro lugar precisamos justificar a escolha do termo elite acadêmica e o critério utilizado para a filtrar os profissionais que fazem parte deste grupo. Bourdieu formula o conceito de campo como uma oposição à alternativa de interpretação interna e de explicação externa que estavam colocadas todas as ciências – culturais, religiosas, etc. – da época. Para Bourdieu (1989), ambas as vertentes desconsideravam o campo como um espaço social de relações objetivas. O conceito de campo identifica microcosmos dentro de macrocosmos sociais, regidos por leis comuns como a disputa por um capital específico que hierarquiza e posiciona seus agentes que detém um mesmo *habitus* e compartilham da *illusio* necessária para a manutenção da existência do campo. Bourdieu (1989) a posição que um agente ocupa no campo depende do tamanho do seu poder no campo, produto do seu volume de capital específico, principalmente, mas também de seu capital econômico, cultural, social e simbólico (prestígio, reputação e fama). Nas palavras do autor:

A estrutura do campo é um estado da relação de força entre os agentes ou as instituições engajadas na luta ou, se preferirmos, da distribuição do capital específico que, acumulado no curso das lutas anteriores, orienta as estratégias ulteriores (BOURDIEU, 1983, p. 2).

Nesses termos, as hierarquias internas de um campo específico são construídas a partir volume de capitais dos agentes que fazem parte do campo, considerando uma primazia do capital específico que é tanto maior quanto mais autônomo for um campo. No caso do presente trabalho, consideramos que os docentes que recebem bolsa de produtividade, a partir dos critérios do CNPq, detém um maior volume de capital específico do que os docentes da mesma área que não recebem a bolsa. Considerando os indicadores bourdianos para análise do campo acadêmico, poderíamos especificar ainda mais esse critério entendendo-o como um índice de capital de prestígio científico (BOURDIEU, 1984). Assim, estes pesquisadores que recebem bolsa PQ constituem uma elite acadêmica dentro da área, pois se diferenciam dos seus colegas por, teoricamente, possuírem um maior número de publicações, pela qualidade da formação de recursos humanos, pela participação em bancas e em cargos de chefia dentro da instituição, e pelos projetos e recursos adquiridos. Bourdieu (1984) também estuda esses processos de

elitização em meio ao crescimento quantitativo do campo que exige a criação de critérios de distinção entre seus agentes.

É preciso também destacar que, apesar de nos apoiarmos na teoria dos campos de Bourdieu, não estamos afirmando que o ensino de Física é um campo autônomo e bem estabelecido. Esta é uma questão ainda em aberto que precisa ser enfrentada empiricamente. Não há consenso sobre a caracterização das subáreas constituintes da Educação em Ciências - Biologia, Química e Física - como campos científicos bem estabelecidos (TEIXEIRA, MEGID NETO, 2006; SCHNETZLER, SOUZA, 2018). Por outro lado, este trabalho pode levantar algumas questões que se inserem no contexto destas publicações que debatem a institucionalização dos campos científicos, uma vez que se propõe a caracterizar os docentes que fazem parte da elite acadêmica do ensino de Física, que seriam, nos termos de Bourdieu, os dominantes que tentam defender o monopólio do capital específico do campo (BOURDIEU, 1984).

Na próxima seção detalhamos o percurso metodológico que nos permitiu mapear e caracterizar a elite acadêmica do ensino de Física. Na sequência, apresentamos os principais resultados e discutimos as suas implicações para a área.

Metodologia

Toda a presente pesquisa desenvolveu-se a partir dos dados de 2018 da plataforma Sucupira, da CAPES. Há, nestes dados, uma série de informações de todos os professores cadastrados em programas de pós-graduação do país. Primeiramente, selecionamos todos os docentes cadastrados em programas avaliados na área de Ensino da CAPES e, como destacado na introdução, em 2018 eram 3136 docentes cadastrados. Em seguida, selecionamos aqueles que, além de estarem cadastrados em programas de pós-graduação, recebem bolsa de produtividade do CNPq, um total de 179 docentes cadastrados. Excluindo os nomes repetidos dos dados, uma vez que um docente pode atuar em mais de um programa de pós-graduação, identificamos 143 bolsistas na área de Ensino.

Em posse do nome dos docentes bolsistas atuando em programas da área de Ensino, o currículo Lattes de cada um foi acessado a fim de selecionar aqueles que se apresentavam como pesquisadores em Ensino de Física. Esta filtragem resultou em um total de 38 docentes. Para identificar a área de atuação dos docentes, primeiramente o resumo da biografia no currículo foi consultado. Se este não permitisse concluir a área de atuação dos pesquisadores, as publicações mais recentes foram consultadas.

Para melhor caracterizar a elite acadêmica do ensino de Física, a área de cadastro destes 38 bolsistas no CNPq foram identificadas. Esta busca se deu no próprio site da instituição a partir do nome dos docentes².

² Consulta área bolsa CNPq: http://pplsq11.cnpq.br/divulg/RESULTADO_PQ_102003.curso.

Resultados e discussões

Passamos agora ao detalhamento do perfil dos 38 bolsistas cadastrados em programas de pós-graduação da área de Ensino da CAPES em 2018 que se identificam com o Ensino de Física. Estes pesquisadores fazem parte da elite acadêmica do Ensino de Física no Brasil.

A primeira análise realizada e que chama a atenção diz respeito ao gênero dos bolsistas. Aproximadamente 66 por cento dos pesquisadores declaram ser do sexo masculino, praticamente o dobro do feminino. Esse resultado é muito representativo quando percebemos que na área de Ensino em geral, contabilizando-se todos os docentes em programas de pós-graduação, 53 por cento são do sexo feminino e 47 por cento do sexo masculino. Isto significa que, olhando o número total de docentes da área de Ensino, temos um número um pouco maior de mulheres do que de homens. Quando analisamos os pesquisadores que recebem bolsa de produtividade associados com Ensino de Física, que são aqueles com maior volume de capital específico e, conseqüentemente, mais poder dentro da área; há praticamente o dobro de homens do que mulheres. Infelizmente este resultado não chega a ser contrassensual, pois reitera o conceito de teto de vidro presente em diversos estudos sobre gênero (SCHIEBINGER, 2001). Esta tendência de redução do número de mulheres nas posições de destaque no campo da Física já foi apontada por Staitovich, Lima e Barbosa (2015) e está presente em todo o campo científico (LETA, 2003).

Em relação à dependência administrativa das instituições em que os bolsistas do Ensino de Física orientam na pós-graduação, apenas 8 por cento são privadas e 92 por cento são públicas, confirmando o perfil de distribuição da pesquisa no Brasil. Sobre a modalidade dos programas que os bolsistas atuam, 59 por cento são acadêmicos e 41 profissionais. Essa maior presença dos mestrados profissionais reitera as discussões que estiveram presentes no momento da transformação da área 46 em 2010 (RAMOS; SILVA, 2014).

Sobre as regiões em que se localizam os programas em que a elite acadêmica do ensino de Física atua, observamos uma forte concentração no Sudeste e no Sul, novamente reforçando a intensa assimetria observada nas condições de desenvolver pesquisas no país. Metade dos programas localizam-se nos estados do Sudeste, quase 35 por cento nos estados do Sul, totalizando 85 por cento do total de programas. Outros 9 por cento estão no Nordeste, 6 por cento no Norte e nenhum programa na região Centro-Oeste. Além das desiguais condições econômicas e de financiamento à pesquisa nos Estados brasileiros, podemos entender estas distorções a partir da gênese da área do ensino de Física no Brasil. Como os primeiros programas de pós-graduação com ênfase na área foram criados nos estados do sudeste e do sul, houve um maior desenvolvimento destes centros. Isto sugere que as instituições com maior tradição na área localizam-se nestes estados e, sendo a elite acadêmica constituída por pesquisadores com elevado acúmulo de capitais, os docentes bolsistas acabam atuando em programas destas localidades.

Bourdieu (1984) nos ajuda a entender que esse conjunto de características da elite acadêmica apontam para propriedades distintivas destes agente no interior do campo, porém nos alerta que elas não refletem diretamente maior competência para o desenvolvimento da pesquisa uma vez que a elite tende a impor a todos os

agentes do campo suas verdades e referências, em geral, de modo arbitrário. Portanto, ao contrário do que algumas leituras equivocadas da teoria bourdiana afirmam, ao identificarmos um perfil masculino, da região Sul ou Sudeste, de universidades públicas, atuando em programas acadêmicos, não estamos asseverando que essas características garantem pesquisas de melhor qualidade. Apenas constatamos que esse perfil tende a ser privilegiado neste grupo, que representa uma minoria, que atinge um dos graus mais distintivos do sistema de pesquisa brasileiro. A compreensão dos critérios de distinção que emergem do campo exigiriam outro estudo focado em aspectos internos, externos e históricos.

A Tabela 1 ilustra as distribuições acima discutidas. A primeira coluna da tabela mostra as variáveis dos dados analisadas, a segunda apresenta as categorias de cada variável, a terceira coluna ilustra a contagem de cada categoria e a última coluna os percentuais correspondentes.

Tabela 1. Características da elite acadêmica do ensino de Física no Brasil.

Variáveis	Categorias	Contagem	Percentuais
<i>Sexo</i>	Feminino	13	34,21%
	Masculino	25	65,79%
<i>Dependência administrativa</i>	Pública	43	93,48%
	Privada	3	6,52%
<i>Modalidade do programa</i>	Acadêmico	27	58,70%
	Profissional	19	41,30%
<i>Região</i>	Sudeste	23	50,00%
	Sul	16	34,78%
	Nordeste	4	8,70%
	Norte	3	6,52%

Fonte: Elaborado pelos autores. Dados: Plataforma Sucupira (2018).

Por fim, resta apresentar os resultados das análises das áreas em que os 38 bolsistas ingressaram no sistema do CNPq. Seguramente, este é o resultado mais contundente e diz muito sobre a área do ensino de Física no país. Dos 38 docentes bolsistas de produtividade do CNPq que atuam em programas de pós-graduação em Ensino e que se associam com a área do ensino de Física, apenas 18, o que corresponde a 47 por cento, ingressaram no sistema do CNPq por áreas afins ao Ensino. Quer dizer, mais da metade dos bolsistas que atuam na área, não são especialistas em ensino de Física. O que se observa é que a grande maioria ingressou no sistema do CNPq através da Física ou da Astronomia, e não pela Educação, como seria o esperado de um pesquisador atuante em programa de pós-graduação da área do Ensino. Ressaltamos que não existe no sistema do CNPq a área de Ensino, definida pela Capes, portanto resta ao pesquisador optar por uma das opções acima, dentre as quais entendemos que a Educação se aproxime mais da área de Ensino. Este resultado sugere que os programas de Ensino cadastram os docentes bolsistas da Física e da Astronomia pelo seu destaque nas áreas ditas *hards* e não pela sua relevância ou atuação efetiva no ensino de Física. Em termos

bourdianos, podemos colocar como hipótese explicativa que o ensino de Física, apesar de mais de 50 anos de existência, ainda não constitui-se como um campo científico bem estabelecido, mas aparentemente permanece como um subcampo da própria Física. Segundo Bourdieu (2013) a maturidade de um campo, bem como sua força, é medida principalmente a partir das fronteiras do campo que indicam seu grau de autonomia/heteronomia. A própria fronteira é um dos principais objetos de disputa no campo (BOURDIEU, 2013). Apesar dessa disputa, entendemos que o pertencimento a um campo disciplinar sem a exigência de uma qualificação específica aponta para uma fragilidade muito grande de suas fronteiras. Da mesma forma que a transformação da área 46 em Ensino em geral apontou para a perda de autonomia do campo. Esses resultados preliminares apontam para a não-existência de um campo, mas exigem mais estudos e dados empíricos para sustentar essa hipótese.

Com relação aos agentes dominantes da área, podemos considerar que a elite acadêmica do ensino de Física do Brasil é constituída por docentes homens, atuando em programas do sul e do sudeste com elevado capital específico na Física e na Astronomia, e não no ensino.

Considerações finais

Neste trabalho nos propomos a mapear e caracterizar a elite acadêmica da área do ensino de Física. Nos apoiamos na teoria dos campos de Bourdieu para selecionar aqueles que seriam os detentores de maior volume de capital específico dentro da área. Utilizamos como critério de hierarquização e indicativo de maior volume de capital específico, o fato do docente possuir bolsa de produtividade do CNPq.

Metodologicamente, a pesquisa se deu a partir dos dados disponibilizados pela CAPES na plataforma Sucupira em 2018. Selecionamos dos dados aqueles docentes cadastrados em programas de pós-graduação da área de Ensino. Em seguida, filtramos aqueles que recebem bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq. Posteriormente, acessamos o currículo Lattes de cada docente para identificar aqueles associados especialmente com a área do ensino de Física. Ao final da seleção, 38 docentes se enquadraram nos critérios estabelecidos.

Das análises realizadas observamos que há uma inversão na representatividade das mulheres bolsistas em relação ao total de mulheres da área de Ensino. Há uma prevalência de bolsistas atuando em estados do sudeste e do sul, com poucos vinculados a programas do nordeste e do norte, e nenhum no centro-oeste.

Em relação à área em que os bolsistas ingressaram no sistema do CNPq, notamos que a maioria está vinculada com a Física e com a Astronomia. Cerca de 47 por cento recebe bolsa PQ pelo volume de capital específico na área de Ensino. Este resultado sugere que, assim como indicado por Schnetzler e Souza (2018) para a área do ensino de Química, o ensino de Física ainda não se estabeleceu como campo científico relativamente autônomo, mas seria ainda um subcampo da própria Física.

Evidentemente que os resultados aqui apresentados não permitem que se tirem conclusões sobre a estabilidade do campo ou subcampo do ensino de Física.

Outras análises precisam ser realizadas para um maior aprofundamento e detalhamento. Contudo, esta pesquisa suscita algumas questões relevantes para os pesquisadores envolvidos com o estudo dos campos científicos, em especial aqueles da área de Ensino.

Referências

- BOURDIEU, Pierre. Algumas Propriedades dos Campos. IN: BOURDIEU, Pierre. **Questões de Sociologia**. Rio de Janeiro: Marco zero Ltda, 1983.
- BOURDIEU, Pierre. **Homo academicus**. Paris: Les éditions de minuit, 1984.
- BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. Memória e Sociedad: Lisboa, 1989.
- BOURDIEU, Pierre. De la méthode structurale au concept de champ. **Actes de la recherche en sciences sociales**. n. 200, p. 12-37, 2013.
- LETA, Jaqueline. As mulheres ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 17, no. 49, p. 271-284, 2003.
- NARDI, Roberto. Memórias do Ensino de Ciências no Brasil: a constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação. **Revista do Imea**, v. 2, n. 2, p. 13-46, 2015.
- RAMOS, Clériston Ribeiro; SILVA, João Alberto da. A emergência da área de ensino de ciências e matemática da Capes enquanto comunidade científica: um estudo documental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 363-380, 2014.
- SCHIEBINGER, Londa. **O feminismo mudou a ciência?** Bauru, SP: Edusc, 2001.
- SCHNETZLER, Roseli Pacheco; SOUZA, Thiago Antunes. O desenvolvimento da pesquisa em educação e o seu reconhecimento no Campo científico da química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 2, n. 1, 2018.
- SAITOVICH, Elisa Maria Baggio; LIMA, Betina Stefanello; BARBOSA, Marcia Cristina. Mulheres na Física: uma análise quantitativa. **Mulheres na Física: casos históricos, panorama e perspectivas**. São Paulo, Editora Livraria da Física, p. 245-260, 2015.
- TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; MEGID NETO, Jorge. Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 261–282, 2006.

CINQUENTA ANOS DA ÁREA DE ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL: UM ESTUDO SOBRE A EVOLUÇÃO/ESTAGNAÇÃO DAS SUAS LINHAS DE PESQUISA

FIFTY YEARS OF PHYSICS TEACHING IN BRAZIL: A STUDY ON THE EVOLUTION / STAGNATION OF ITS RESEARCH LINES

Matheus de Oliveira Demarchi¹, Matheus Monteiro Nascimento²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, matheus_copero@hotmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, matheus.monteiro@ufrgs.br

Resumo

A área do ensino de Física no Brasil surge por volta da década de 1970 a partir da influência internacional de programas educacionais internacionais, como o PSCC. No mesmo período, surgiram os primeiros grupos de pesquisa acadêmica na área. A literatura indica que as primeiras produções neste campo tinham como foco o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Por isso, neste trabalho temos o objetivo de analisar a evolução, ou estagnação, dos objetos de pesquisa da área do ensino de Física no Brasil ao longo destes cinquenta anos existência. A pesquisa foi realizada a partir da análise de conteúdo de artigos publicados na década de 1970 no *Brazilian Journal of Physics* (BJP) e sua comparação com trabalhos recentes publicados em três diferentes fontes de publicações, a *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF), *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF) e os trabalhos do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). Percebemos a partir dessa análise comparativa que, apesar da existência de um aumento e uma diversificação nas linhas de pesquisa, a linha temática “Ensino-aprendizagem” obteve uma preponderância em todas fontes de publicações, indicando que a identidade forjada na origem da área permanece muito presente nos dias atuais.

Palavras-chave: Pesquisa em Ensino, linhas de pesquisa, Ensino de Física.

Abstract

The area of Physics teaching in Brazil emerges around the 1970s because of the international influence of international educational programs, such as the PSCC. In the same period, the first academic research groups in the area emerged. The literature indicates that the first productions in this field focused on teaching and learning scientific concepts. Therefore, in this work we aim to analyze the evolution, or stagnation, of research objects in the field of Physics teaching in Brazil over these fifty years of existence. The research was carried out from the content analysis of articles published in the 1970s in the *Brazilian Journal of Physics* (BJP) and its comparison with recent works published in three different publication sources, the *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF), *Brazilian Physics Teaching Notebook* (CBEF) and the works of the Physics Teaching Research Meeting (EPEF). We realized from this comparative analysis that, despite the existence of an increase and diversification in the lines of research, the thematic line “Teaching-learning” gained preponderance in all sources of publications, indicating that the identity forged at the origin of the area remains very present today.

Keywords: Teaching Research, Research lines, Physics Teaching.

Introdução

A área de ensino de Física no Brasil está perto de completar cinquenta anos de existência. Foi a partir do início da década de 1970 que tiveram origem os primeiros movimentos em busca da criação desta nova área de pesquisa acadêmica preocupada com o processo de ensinar e aprender Física. Destaca-se neste período a criação dos primeiros programas de pós-graduação em ensino de Física do país, na USP e na UFRGS. Fortemente influenciados por projetos de ensino internacionais, como o norte americano PSSC, por exemplo, neste momento sócio historicamente localizado surgiram as primeiras produções da embrionária área do ensino de Física.

O primeiro periódico brasileiro a publicar trabalhos especialmente com ênfase no ensino foi o *Brazilian Journal of Physics* (BJP), criado em 1971 pela Sociedade Brasileira de Ensino de Física (SBF). O BJP foi gestado com o objetivo de publicar trabalhos de todas as linhas de pesquisa da Física, inclusive do ensino. Todos os números do BJP, com isso, continham pelo menos um trabalho da área recém iniciada. Apenas no ano de 1979 surge a primeira revista com foco específico no ensino da Física, a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). A RBEF também é editada pela SBF e, assim como o BJP, se mantém ativa até hoje. Com a criação da RBEF, o BJP deixou de publicar textos da área do ensino.

Alguns trabalhos encontrados na literatura envolveram-se com o mapeamento das produções desenvolvidas pelos pesquisadores da área ao longo deste período (MEGID NETO, 1990; SALEM, KAWAMURA, 2008; REZENDE, OSTERMANN, FERRAZ, 2009; URIAS, ASSIS, 2011). Com base nestes trabalhos, pode-se destacar uma expansão quantitativa importante no número de teses e dissertações da área, bem como no número de artigos publicados em periódicos e trabalhos apresentados em eventos. Mas o que estas pesquisas revelam sobre as linhas temáticas focadas por estas investigações?

Analisando teses e dissertações no período entre 1972 e 1987. Megid Neto (1990) mostra que mais de 60 por cento destes trabalhos tiveram como tema central aspectos relacionados com o ensino e a aprendizagem da Física, como o levantamento de concepções espontâneas, mapeamento do desenvolvimento cognitivo dos alunos e métodos de ensino. Ampliando o escopo de análise das teses e dissertações da área até o ano de 2005, Salem e Kawamura (2008) também concluem que as pesquisas se concentram no eixo temático do ensino e da aprendizagem, correspondendo a 46 por cento das produções analisadas. As autoras destacam, contudo, que esta era uma tendência muito forte da área no início de sua criação, nos anos 70 e 80; e colocam como hipótese que a partir dos anos 90 outras linhas foram sendo criadas, diminuindo a ênfase nos processos de ensinar e aprender.

Em relação aos artigos publicados em periódicos da área no período de 2000 a 2007, Rezende, Ostermann e Ferraz (2009) concluem que as produções se concentram na linha temática do ensino-aprendizagem. O resultado do trabalho das autoras sugere que a redução de pesquisas com esta perspectiva de ensino tecnicista, a hipótese apontada como tendência por Salem e Kawamura (2008), aparentemente não se confirmou. Ademais, passaram-se mais de dez anos em relação ao trabalho de Rezende, Ostermann e Ferraz (2009), tempo suficiente para se observar variações no foco das pesquisas de uma área do conhecimento.

Por isso, no presente trabalho temos o objetivo de analisar a evolução (ou estagnação) dos objetos de pesquisa da área do ensino de Física no Brasil ao longo destes cinquenta anos existência. Para tanto, apresentamos um estudo comparativo das linhas de pesquisa na origem de fundação da área com as linhas preponderantes nos dias atuais. Assim, nos propomos a responder a seguinte

questão de pesquisa:

- *De que maneira ocorreu a evolução das linhas temáticas das pesquisas na área do Ensino de Física no Brasil?*

Para responder este questionamento e atingir o objetivo da pesquisa, realizamos uma pesquisa documental em periódicos e atas de eventos da área em diferentes períodos históricos. Na próxima seção detalhamos o percurso metodológico seguido ao longo do trabalho. Na sequência, apresentamos os principais resultados e discutimos as suas implicações. Na última seção do trabalho apresentamos as considerações finais e delineamos perspectivas para futuras pesquisas.

Metodologia

Considerando que o objetivo deste trabalho é analisar a evolução das linhas temáticas da área, precisamos estabelecer o escopo da investigação em termos de materiais (se artigos, atas, teses etc.), em termos de períodos, bem como os critérios de análise.

Em relação aos materiais de consulta, vamos nos focar no primeiro periódico a publicar sistematicamente artigos da área, o *Brazilian Journal of Physics* (BJP); nos dois maiores periódicos recentes da área, a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF); e nas atas do maior evento de pesquisa da área, o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). Não focamos as análises em teses e dissertações por considerarmos que a divulgação por meio de periódicos e eventos é mais dinâmica, por reunir um maior volume de trabalhos publicados em curtos intervalos de tempo, e pode revelar de maneira mais fiel as variações do foco em linhas de pesquisa.

Sobre a delimitação temporal, fizemos a opção de cobrir todo o período em que o BJP publicou trabalhos da área sem a existência de outro periódico especializado. Com isso, analisamos as publicações de ensino do BJP de 1971 até 1979, ano de criação da RBEF, na época chamada de Revista de Ensino de Física. Com este recorte buscamos definir um ponto de partida para as análises, quer dizer, em relação ao cenário obtido com o mapeamento desta década inicial de produções da área podemos fazer comparativos com as produções recentes. Assim, consultamos todos os trabalhos publicados na RBEF e no CBEF no ano de 2019. Além disso, os trabalhos publicados nas atas do EPEF de 2018 também foram analisados.

Como critério de classificação dos trabalhos, foram utilizadas as linhas de pesquisa do último EPEF, sendo elas:

- 1- *Ensino, aprendizagem e avaliação em Física*
- 2- *Formação e prática profissional do professor de Física*
- 3- *Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o ensino de Física*
- 4- *Comunicação em práticas educativas formais, informais e não-formais e o ensino de Física*
- 5- *Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de Física*
- 6- *Didática, currículo e inovação educacional no ensino de Física*
- 7- *Linguagem e Cognição no ensino de Física*
- 8- *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no ensino de Física*

9- Políticas Públicas em Educação e ensino de Física

10- Questões teórico-metodológicas e novas demandas na pesquisa em ensino de Física

11- Equidade, inclusão, diversidade e estudos culturais e o ensino de Física

Esta classificação exigiu a observação de alguns pontos. Cada trabalho teve seu conteúdo analisado a fim de identificar todas as linhas temáticas associadas com a pesquisa. Quer dizer, se o objetivo principal de um artigo era ensinar circuitos elétricos para estudantes do Ensino Médio e isso era feito em conjunto com inserções de tópicos de História da Ciência, as linhas 1 e 3 eram associadas ao trabalho. Ou seja, tendo em vista que diversos trabalhos entrecruzam mais de uma linha temática, optamos por registrar todas elas e incluí-las nas análises descritivas. Outro aspecto importante a observar é que artigos de Física Geral que tratam de aprofundar algum conceito físico ou conteúdo específico foram classificados na linha temática 1. Com isso, a partir da análise de todas as produções que fizeram parte do escopo da pesquisa e da sua classificação dentro das linhas temáticas acima citadas, foi possível realizar uma análise comparativa entre os períodos históricos e a evolução (estagnação) das linhas temáticas pode ser inferida. Na próxima seção apresentamos os resultados da pesquisa e as discussões suscitadas.

Resultados e discussões

Analisando os artigos publicados no *Brazilian Journal of Physics* de 1971 até 1979 encontramos 142 trabalhos distribuídos em duas linhas temáticas. Aproximadamente 40 por cento das pesquisas se concentraram na linha 1, ensino e aprendizagem, e 36 por cento na linha 6, didática, currículo e inovação. O expressivo número de trabalhos na primeira linha vai ao encontro dos resultados indicados pela literatura. O número também significativo de pesquisas na sexta linha faz sentido historicamente, uma vez que a década de 70 foi marcada por propostas curriculares inovadoras para o ensino de Física, isto posto logo após o fracasso dos projetos internacionais no contexto brasileiro (MEGID NETO, 1990). Não foram classificados trabalhos nas linhas 4, 7, 9 e 11. A pesquisa classificada na linha temática 8 aborda as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade sem tratar especificamente dos estudos CTS, que aparecem no Brasil nas décadas posteriores. O detalhamento da distribuição dos trabalhos nas outras linhas temáticas aparece na Tabela 1, assim como a distribuição para os outros materiais consultados.

Tabela 1. Distribuição dos trabalhos nas diferentes linhas temáticas.

Linhas	BJP (71/79)		EPEF (2018)		CBEF (2019)		RBEF (2019)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1	57	40,14%	51	20,56%	15	28,30%	109	81,95%
2	9	6,34%	38	15,32%	9	16,98%	-	-
3	5	3,52%	12	4,84%	9	16,98%	7	5,26%
4	-	-	13	5,24%	4	7,55%	-	-
5	7	4,93%	22	8,87%	1	1,89%	11	8,27%
6	52	36,62%	31	12,50%	6	11,32%	6	4,51%
7	-	-	31	12,50%	1	1,89%	-	-
8	1	0,70%	13	5,24%	0	-	-	-
9	-	-	7	2,82%	1	1,89%	-	-
10	11	7,75%	12	4,84%	6	11,32%	-	-
11	-	-	18	7,26%	1	1,89%	-	-
Total	142	100%	248	100%	53	100%	133	100%

Em posse deste mapeamento das produções da origem da área, podemos

realizar um comparativo com as linhas temáticas dos trabalhos recentes para inferir se houve evolução ou estagnação das linhas. Quer dizer, se percentualmente as produções em uma certa linha tiverem aumentado, isto indica que aquela linha está mais ativa do que foi na origem da área. O inverso também é verdade. Se atualmente uma linha possui um percentual menor de trabalhos do que tinha na década de 70, podemos inferir que esta linha está enfraquecida na área.

Analisando o EPEF de 2018, dos 248 trabalhos apresentados no evento notamos uma significativa redução percentual de produções nas linhas 1 e 6. Ademais, em geral, nas outras linhas percebemos uma maior concentração de trabalhos, inclusive naquelas linhas inexistentes na origem da área, como o ensino de Física em espaços não formais, por exemplo. Este resultado pode sugerir que houve uma translação de objetivos de pesquisa na área. Por outro lado, considerando que um quinto das produções do evento, num espectro de onze linhas possíveis, ainda se destina às pesquisas sobre ensino e aprendizagem de conceitos físicos, denota que a área ainda mantém traços identitários que remontam a sua origem.

Dos 53 artigos publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, aproximadamente 28 por cento se concentram na linha temática, percentual próximo do observado no EPEF. Notamos que no CBEF há um foco em produções no âmbito da formação de professores (linha 2) e em História e Filosofia da Ciência (linha 3), diferentemente do observado nos artigos do BJP. A análise das produções do CBEF se aproxima do que foi observado no EPEF. Ainda há um foco expressivo na aprendizagem de conceitos, porém, há a emergência de novas linhas temáticas antes inexistentes.

Olhando para os artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física em 2019, observamos o resultado mais surpreendente. Dos 133 trabalhos, praticamente 82 por cento se localizam na linha temática 1. Apenas outras três linhas tiveram trabalhos publicados, indicando uma distribuição menor do que na primeira década da área. Esta análise revela um retrocesso no âmbito das pesquisas realizadas no ensino de Física.

O gráfico da Figura 1 mostra a proporção de produções em cada linha temática para os materiais consultados. Da figura fica claro que a única linha que reduziu o volume de produções da origem para os tempos atuais foi a linha temática 6. Em todas as outras, houve um crescimento, o que era esperado e almejado. A exceção foi a linha 1 nos artigos da RBEF, que dobrou em relação ao início da área.

Assim, enquanto os trabalhos publicados no EPEF e no CBEF indicaram minimamente uma translação de objetos de estudo dentro da área, a RBEF mostra que ainda há um longo percurso a se percorrer em busca de produção de conhecimento nas pesquisas em ensino de Física. O problema não é ter a preocupação com a aprendizagem de conceitos, mas sim ter este como o único objetivo do ensino da Física, ou seja, uma visão reducionista do ensino. Quer dizer, não estamos propondo o fim desta linha de pesquisa, mas destacando a necessidade de investimento em outras questões que fazem de uma pesquisa do campo educacional.

Portanto, enquanto observamos uma redução nas produções voltadas para o “como ensinar ou como se aprende” nos trabalhos do EPEF e do CBEF, hipótese de Salem e Kawamura (2008), quando olhamos para a RBEF, observamos um cenário completamente diferente. Isto nos indica uma heterogeneidade nos “pesquisadores” da área do ensino de Física, com múltiplos entendimentos do significado da pesquisa em ensino. Como destacado por Rezende, Ostermann e Ferraz (2009) há mais de dez anos atrás, a área de ensino de Física ainda necessita de maior investimento em pesquisas teóricas preocupadas com toda a complexidade

do processo educativo.

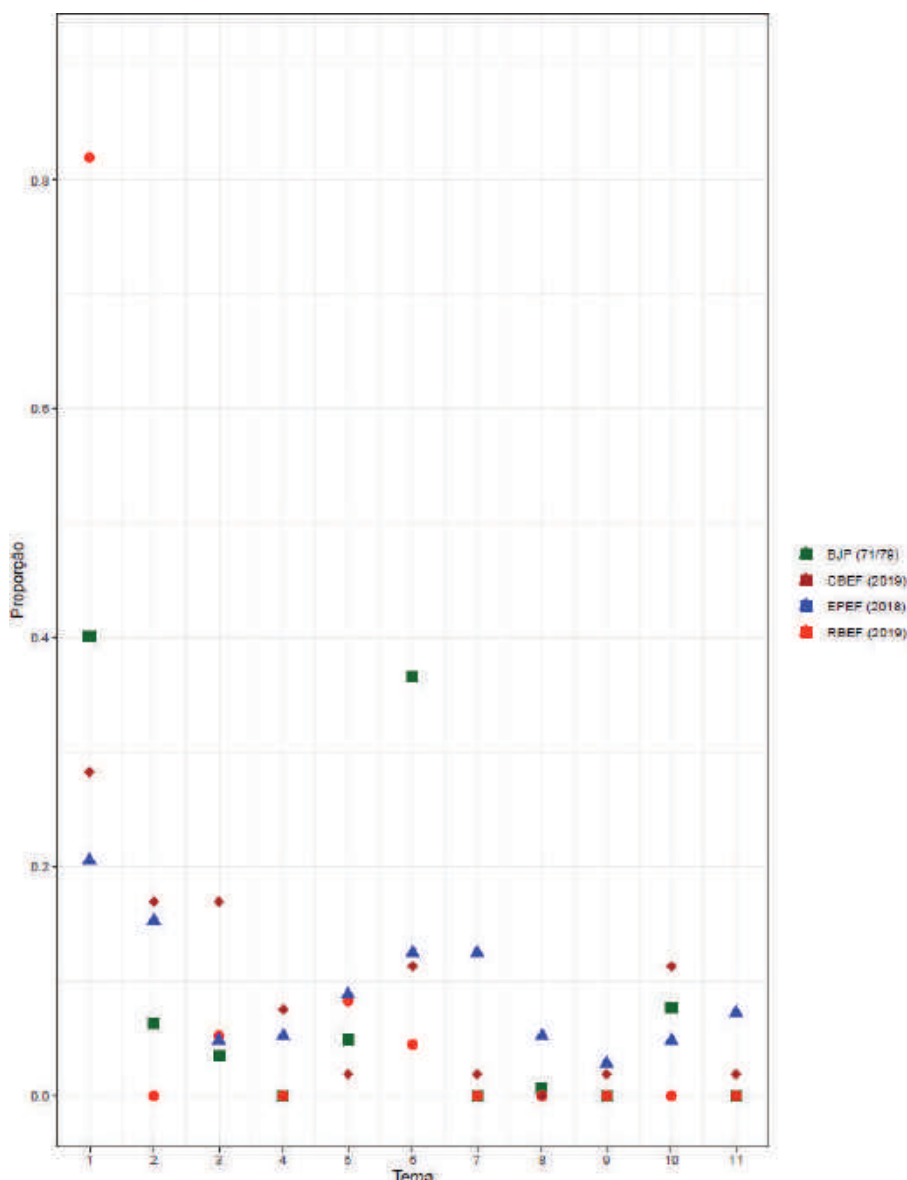


Figura 1. Distribuição percentual das produções em cada linha temática.

Considerações finais

Neste trabalho nos propomos a analisar a evolução ou estagnação das linhas temáticas na área de pesquisa do ensino de Física. Para isso, fizemos um estudo comparando as linhas temáticas das produções da primeira década de existência da área com os trabalhos recentes publicados nas principais revistas e no maior evento da área.

Notamos que, nos trabalhos do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física e nos artigos do Caderno Brasileiro de Ensino de Física, houve uma redução do número de pesquisa centradas no ensino e na aprendizagem de conceitos físicos e um aumento de investigações em linhas temáticas não existentes na origem da área. Não deixamos de notar, contudo, que a linha temática 1 permanece como a mais frequente nestes espaços.

Já na análise da Revista Brasileira de Ensino de Física, diferentemente da tendência do EPEF e do CBEF, houve um crescimento muito expressivo no número de trabalhos como foco no ensino-aprendizagem. Ademais, na RBEF praticamente

não encontramos trabalhos em outras linhas, revelando uma massiva concentração na linha 1.

Concluimos com estes resultados que existe uma heterogeneidade muito grande no perfil dos pesquisadores em ensino de Física do país. Enquanto há o crescimento de áreas como História e Filosofia da Ciência; educação em espaços não formais; equidade, inclusão, diversidade e estudos culturais e o ensino de Física; observado no maior evento da área e numa das revistas de maior circulação; prevalece o foco em aspectos cognitivos da aprendizagem e em como melhor ensinar conceitos físicos.

Como perspectiva futura, sugerimos uma análise pormenorizada do perfil destes pesquisadores a fim de mapear as confluências e divergências que constituem a área da pesquisa em ensino de Física no Brasil.

Referências

- MEGID NETO, Jorge. **Pesquisa em ensino de física do 2 o grau no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações**. 296 f. Dissertação (Mestrado em Educação)–Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990
- REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda; FERRAZ, Gleice. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1402.1-1402.8, 2009.
- SALEM, Sônia; KAWAMURA, Maria Regina. Dissertações e teses em Ensino de Física no Brasil: um panorama do período 1972-2005. **XXI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008.
- URIAS, Guilherme; ASSIS, Alice. Análise da produção acadêmica nos eventos SNEF e EPEF na última década. **VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas, São Paulo, 2011.

CENÁRIO DAS PESQUISAS SOBRE ASTROBIOLOGIA, EM EVENTOS DA ÁREA DE ENSINO

SCENARIO OF RESEARCH ON ASTROBIOLOGY IN EVENTS IN THE TEACHING AREA

Ivone Delmiro da Silva¹, Wellington Pereira de Queiros², Hamilton Perez Soares
Corrêa³

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/PPEC, ivonedelmiros@gmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física, wellington_fis@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Instituto de Física, hpsoares@gmail.com

Resumo

O objetivo da pesquisa é fazer um levantamento bibliográfico dos artigos, que abordam o tema Astrobiologia, publicados nos eventos da área de Ensino: Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), no decênio de 2009 a 2019. Para esta investigação, foi utilizada uma abordagem de pesquisa qualitativa, sem intervenção, do tipo Análise Documental, ou seja, trata-se do delineamento de pesquisa não empírica e de natureza interpretativa. O relato da Análise Documental utilizado, neste trabalho, foi do tipo Crônica e foram identificados 12 trabalhos, dentre os quais 8 traziam o termo Astrobiologia, em seus títulos. Os demais abordavam temas relacionados a esta área do conhecimento, tais como vida no universo, origem da vida, distribuição e futuro da vida, em um contexto cósmico. Os dados indicam que as pesquisas sobre a temática Astrobiologia, ainda, são pouco significativas, nos eventos científicos investigados. É importante salientar que não foi identificada nenhuma pesquisa relacionada ao termo de interesse, no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), no decorrer desses dez anos de evento. A pesquisa revela que o tema Astrobiologia ainda é pouco investigado no contexto do ensino e na formação de professores de ciências.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Astrobiologia. Estado da Arte.

Abstract

The objective of this research is to make a bibliographic survey of the articles that address the theme Astrobiology, published in the events of the Teaching area: National Meeting of Teaching of Biology (ENE BIO), Meeting of Research in Teaching of Physics (EPEF), National Symposium on Education in Astronomy (SNEA) and the National Symposium on Physics Education (SNEF), in the decade from 2009 to 2019. For this investigation, a qualitative research approach without intervention was used, such as Documental Analysis. It is, therefore, a non-empirical research design with an interpretive nature. The report of the Document Analysis

used in this work was of the Chronic type. Twelve studies were identified, among which 8 had the term Astrobiology in their titles. The others addressed topics related to this area of knowledge, such as life in the universe, origin of life, distribution and future of life in a cosmic context. The data indicate that research on the subject of Astrobiology is still of little significance in the investigated scientific events. It is important to note that no research related to the term of interest was identified at the Research Meeting in Physics Teaching (EPEF) during these ten years of the event. The research reveals that the subject of Astrobiology is still little investigated in the context of teaching and in the training of science teachers.

Keywords: Science teaching. Astrobiology. State of art.

Introdução

As produções científicas de excelência estão intimamente relacionadas ao levantamento bibliográfico de qualidade acerca do que a humanidade já produziu e vem produzindo ao longo da sua história. Partindo desta premissa, o presente trabalho justifica-se pela importância de se realizar um levantamento dos trabalhos publicados, para projetar uma nova pesquisa, dentro de uma temática de interesse:

Realizar um levantamento bibliográfico é munir-se com condições cognitivas melhores, a fim de: evitar a duplicação de pesquisas, ou quando for de interesse, reaproveitar e replicar pesquisas em diferentes escalas e contextos; observar possíveis falhas nos estudos realizados; conhecer os recursos necessários para a construção de um estudo com características específicas; desenvolver estudos que cubram lacunas na literatura trazendo real contribuição para a área de conhecimento; propor temas, problemas, hipóteses e metodologias inovadoras de pesquisa; otimizar recursos disponíveis em prol da sociedade, do campo científico, das instituições e dos governos que subsidiam a ciência (GALVÃO, 2011, p.1).

O ensino de ciências necessita de estratégias inovadoras e significativas para o estudante, a fim de torná-lo apto a demonstrar autonomia, solidariedade e competência, ao longo de uma formação integral, que o prepare para a vida. O paradigma inovador exige uma nova visão de mundo, diferente e não fragmentada, que busca uma visão de totalidade, de conexão (MORIN, 2011).

Diante do exposto e das transformações científicas, tecnológicas, ambientais, sociais e culturais da nossa sociedade atual e com a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o tema Astrobiologia é de grande importância nesta proposta inovadora e desfragmentada do ensino de ciências, já que potencializa o desenvolvimento de uma abordagem multi e interdisciplinar na escola, além de despertar a curiosidade dos alunos (CHEFER; OLIVEIRA, 2018).

Segundo Galante *et al.* (2016), a Astrobiologia é uma área de pesquisa que procura maneiras novas para entender o fenômeno da vida no Universo, sua origem, evolução, distribuição e futuro. Esta ciência emergente possibilita a integração de estudiosos de áreas de conhecimento diferentes, com enfoque em questões científicas complexas e fundamentais para a compreensão da vida no Universo. Enfim, a Astrobiologia pauta-se no entendimento da vida terrestre, como modelo para a vida fora da Terra.

Funciona, acima de tudo, como uma perspectiva para melhorar a comunicação e o intercâmbio de ideias entre pesquisadores de diferentes

áreas com um interesse em comum, a origem e evolução da vida no universo (GALANTE *et al.*, 2016, p. 17).

Nessa perspectiva, o campo do conhecimento favorece a interdisciplinaridade na escola, pois agrega conhecimentos de várias disciplinas (MONTEIRO; FONSECA, 2014). Algumas pesquisas, porém, mesmo que escassas, nas últimas décadas, no Brasil, enfocam questões ligadas às dificuldades do professor no ensino de Ciências, referentes à identificação e a relação dos conceitos de Astrobiologia.

Sendo assim, o objetivo da pesquisa é fazer um levantamento bibliográfico dos artigos que abordam o tema Astrobiologia, publicados nos eventos da área de Ensino: Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), no decênio de 2009 a 2019.

Metodologia

Para essa investigação, foi utilizada uma abordagem de pesquisa qualitativa, sem intervenção, do tipo Análise Documental (ROSA, 2015). Trata-se, portanto, de um delineamento de pesquisa não empírica e de natureza interpretativa, cujas informações, acerca da palavra-chave Astrobiologia, termo definido para a pesquisa, serão levantadas em fontes primárias, nos anais de encontros científicos da área de Ensino.

A pesquisa buscou, minuciosamente, os artigos publicados ao longo dos anos de 2009 até 2019, nos anais eletrônicos do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA) e do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Este levantamento envolveu a leitura dos títulos, das palavras-chaves e dos resumos dos trabalhos, a fim de quantificar e selecionar os artigos que traziam o termo 'Astrobiologia'. Na seleção do *corpus* desta pesquisa, foram selecionados, também, os trabalhos que abordavam assuntos relacionados ao tema, mesmo que o termo de interesse não se encontrasse em evidência.

O relato da Análise Documental utilizado, neste trabalho, foi do tipo Crônica, onde descrevemos o que cada um dos trabalhos analisados produziu (ROSA, 2015). Assim, para analisar os artigos selecionados, foi utilizada uma ficha de leitura, contendo os seguintes elementos dos textos: título do artigo, autores, evento e ano de publicação, problema da pesquisa, objetivos, metodologia e principais resultados encontrados.

Resultados e Discussão

No levantamento documental dos dados, junto aos sítios eletrônicos, foram identificados 12 trabalhos, dentre os quais 8 traziam o termo Astrobiologia, em seus títulos. Os demais abordavam temas relacionados a esta área do conhecimento, tais como vida no universo, origem da vida, distribuição e futuro da vida em um contexto

cósmico, considerados como trabalhos de Astrobiologia. A partir desta identificação inicial, nos anais dos eventos científicos investigados, organizamos os artigos na Tabela 1.

Tabela 1 Lista dos trabalhos identificados

Nº	Autores e título do artigo	Evento/ano de publicação
A1	SOUZA, Y. L.; DUTRA, L. B. O corpo humano no espaço: Analisando sistemas do corpo humano no contexto da Astrobiologia e do Steam	ENEBO/2018
A2	MONTEIRO, T. Da M.; FONSECA, L. C. de S. Astrobiologia : Concepções de alunos do ensino fundamental sobre a vida no Universo	ENEBO/2014
A3	PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. A Astrobiologia como alternativa interdisciplinar para o ensino de Astronomia	SNEA/2018
A4	SOUZA, R. de; CYPRIANO, E. F. Desenvolvimento de um MOOC em Astrobiologia : Uma abordagem às origens da vida	SNEA/2016
A5	SILVA, L. M. A. da, et al. Astrobiologia no ensino de ciências: Uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar para professores do ensino fundamental	SNEA/2016
A6	SIQUEIRA, J. P. B. Concepções de estudantes do ensino médio acerca da vida no universo	SNEA/2016
A7	NASCIMENTO, J. O. V. et al. O Sistema Solar e a origem da vida na perspectiva de docentes e discentes do ensino fundamental de algumas escolas da Bahia	SNEA/2014
A8	SOUZA, E. M. de, et al. Reconhecimento do espaço vivido como espaço coletivo	SNEA/2011
A9	SILVA, B. V. da.; PIRES, M. C. C. Proposta de ensino de física no Astrobiologia para alunos do Ensino Médio	SNEF/2019
A10	DOMINGOS, R. D. et al. Divulgação científica com temas de Etnoastronomia, Cosmologia e Astrobiologia	SNEF/2017
A11	VIEIRA, M. B. da F. et al. Astrobiologia como meio para o ensino de Física: Explorando a Física relacionada a organismos extremófilos	SNEF/2013
A12	GAMA, L. D. Abordagens Epistemológicas no Ensino de Física: A Cosmologia como tema motivador	SNEF/2009

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados revelam que pesquisas sobre a temática Astrobiologia ainda é pouco significativa nos eventos científicos investigados, uma vez que não foi identificada nenhuma pesquisa relacionada, no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), no decorrer de dez anos. Logo, justifica-se a necessidade de realizar um estudo mais amplo sobre o assunto em periódicos eletrônicos de divulgação científica na área de ensino.

O artigo A1 foi desenvolvido dentro de uma disciplina de Estágio Supervisionado, cujos objetivos eram: popularizar a ciência, apresentar o campo científico da Biologia e fornecer possibilidade de trabalho para professores da escola. A metodologia utilizada foi a STEAM¹ e os resultados apontaram que além de colaborar com o processo de alfabetização e divulgação científica espacial, também foi um modo de deixar o ensino de ciências atrativo.

O objetivo do artigo A2 foi fazer o levantamento das concepções prévias de alunos do 6º ano do Ensino Fundamental sobre a existência de vida em outros lugares do universo. Para tal, os autores utilizaram como instrumento de coleta de

¹ Essa metodologia incorpora saberes de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. O STEAM (do inglês, Science, Technology, Engineering, Arts and Maths) é apresentado como uma proposta de ensino globalizador, baseado em projetos, que, a partir de problemas reais, relaciona os conteúdos disciplinares para que, integrados à estrutura de conhecimento do indivíduo, assumam significado em uma situação concreta (LORENZIN, 2016).

dados um questionário composto por perguntas objetivas, discursivas e de desenhos. Observaram que os participantes da pesquisa apresentavam concepções, porém, sem conotação científica, já que a TV era a principal fonte de informação sobre o tema. Diante dos resultados desta investigação, cabe a reflexão sobre o papel da escola diante dessa realidade.

O questionamento levantado pelos autores do trabalho A3 investigou quais os limites e contribuições de uma disciplina integradora, pautada na Astrobiologia, para o ensino interdisciplinar na educação básica. A fim de responder esta questão, foi elaborada e aplicada uma disciplina de Astronomia, num viés interdisciplinar, para 31 alunos do Ensino Médio, de uma instituição do interior de São Paulo, durante todo o ano de 2017. Primeiro, foram relacionados os temas de interesse dos alunos no ensino de Astronomia, com algumas das áreas investigativas da Astrobiologia; posteriormente, houve a divisão dos conteúdos em unidades temáticas distintas, porém correlacionadas (Biosfera, Cosmosfera e Sociosfera). A avaliação foi na forma de apresentação de um produto final a toda a comunidade escolar.

O artigo A4 apresentou um estudo sobre o desenvolvimento de um MOOC (*massive open online course*) em Astrobiologia, com foco nas origens da vida. Este trabalho refletiu sobre o instrumento utilizado pelo professor para desenvolver o aprendizado de seus alunos para que atenda as suas necessidades e a rede. Porém, não foi possível identificar os resultados desta pesquisa, pois o trabalho não estava disponível no site do evento, apenas o resumo.

No artigo A5, foram elencados oito objetivos, dentre os quais destacamos: apresentar a Astrobiologia como uma eficiente promotora da prática interdisciplinar e transdisciplinar e promover reflexões e debates, na sala de aula, com grupos de alunos sobre Astrobiologia. O procedimento metodológico foi em etapas, com características qualitativas, como a construção de mapas conceituais, promoção de debates, exibição de vídeos e incentivo à pesquisa em diversas fontes. Além disso, estimularam ações de trabalho em equipe, tanto pelos professores como pelos alunos, mostrando-se uma proposta de colaboração mútua para a melhoria do ensino de ciências.

Como resultados destaques, obtiveram o acesso de informações e troca de conhecimentos entre os professores e os autores concluíram ainda que, apesar das dificuldades que os currículos extensos representam, a Astrobiologia poderia auxiliar os professores de diferentes disciplinas, sobre diferentes enfoques, o que permitiria aos alunos diferentes análises e debates sobre os conteúdos abordados.

Com a expectativa da inserção de Astrobiologia no ensino de ciências, os autores do trabalho A6 abordaram o tema como fonte de inspiração científica. A proposta investigou as concepções alternativas de alunos, de uma turma do 1º ano do ensino médio, acerca dos conceitos em Astrobiologia, buscando saber como eles creem na possibilidade da existência de vida extraterrestre, através da aprendizagem significativa de Ausubel.

Houve aplicação de um questionário e os resultados demonstraram que os alunos sabem muito pouco sobre Astrobiologia, que acreditam na existência de vida fora do nosso planeta e que a escola deveria abordar um pouco mais sobre a Astrobiologia em sala de aula.

A proposta dos autores do artigo A7 buscou justificar a importância da Astronomia, como ferramenta motivadora para o ensino de ciências. Assim, foi

realizado um levantamento sobre o conhecimento de docentes e discentes do ensino fundamental de algumas escolas da Bahia sobre o sistema solar e a origem da vida. O trabalho propôs um mapa conceitual, a fim de demonstrar a inter, multi e transdisciplinaridade da Astronomia, o que justificaria a sua importância como ferramenta motivadora para o ensino de diversas ciências. Os resultados obtidos pelos autores expressaram a necessidade de ações que promovam um entendimento efetivo na formação docente sobre a Astronomia para que alcance todos os níveis de ensino básico.

O Planetário de Vitória desenvolveu em 12 unidades de ensino fundamental, do município de Vitória - ES, o projeto de referência descrito no artigo A8. O objetivo deste trabalho foi construir uma proposta pedagógica alternativa ao currículo escolar, que estabelecesse a interrelação entre o Universo e as questões socioambientais. Foram desenvolvidas ações pedagógicas em encontros temáticos, que possibilitaram aos autores desvelar o acobertamento ideológico dos conflitos sócio ambientais e a importância de sua discussão na construção de uma sociedade com justiça ambiental.

A falta de material e de estrutura para que o professor possa trabalhar o tema de vida em exoplanetas, levou os autores do artigo A9 a desenvolverem uma pesquisa que propunha desenvolver um produto educacional, baseado na metodologia dos três momentos pedagógicos (3MP). O material didático encontra-se em processo de aplicação no Ensino Médio, de uma escola do estado de São Paulo.

O artigo A10 investigou a importância da divulgação científica, no processo de ensino-aprendizagem para diferentes públicos do litoral norte de São Paulo, utilizando uma metodologia de características qualitativas, embasadas, sobretudo em dados obtidos por observações participantes, realizadas pelos próprios palestrantes. Os autores observaram o grande interesse dos participantes pela etnoastronomia, pela cosmologia e pela astrobiologia e concluíram assim, que este interesse configura-se como uma grande oportunidade para que leis e conceitos científicos sejam apresentados e trabalhados com os alunos, de modo a aumentar o nível de educação científica, que em nosso país ainda deixa a desejar.

A fim de investigar quais são as potencialidades pedagógicas do tema Astrobiologia, no ensino de Física, contextualizada a conceitos físicos como termodinâmica e radiação, o trabalho A11 objetivou apresentar os aspectos físicos presentes na Astrobiologia, tendo como foco a análise de dois microrganismos extremófilos, de maneira a sugerir uma alternativa para o ensino de Física. A metodologia utilizada pautou-se na pesquisa bibliográfica e contato direto com pesquisadores da NAP-AstroBio. Como principal resultado, destaca-se a divulgação dos resultados da análise dos organismos, cujo propósito foi demonstrar como a Astrobiologia associa-se ao ensino de ciências.

O objetivo do artigo A12 foi apresentar a Cosmologia como tema motivador para discussões, nos ensino médio e superior, sobre a natureza dinâmica da ciência, ressaltando a importância das descobertas relacionadas ao Universo. A abordagem utilizada baseou-se na concepção de educação libertadora de Paulo Freire e na de ciências como construção social. Assim, os autores concluíram que todas estas pesquisas espaciais não são meras curiosidades científicas, mas que podem ter grandes impactos na vida cotidiana e em áreas de grande importância, como a educação, saúde e tecnologia.

Os artigos analisados apresentam diferentes abordagens, mas todos corroboram com as possibilidades e potencialidades da divulgação e disseminação de pesquisas, no contexto da Astrobiologia no ensino. Isto nos fornece um indicativo positivo sobre a pertinência do tema para os estudantes e professores.

Considerações Finais

No levantamento documental dos dados junto aos sítios eletrônicos dos eventos científicos pesquisados, foram identificados, dentro da linha temática de interesse, os trabalhos ligados à área de ensino, com o intuito de destacar as abordagens e os principais resultados das produções sobre a Astrobiologia.

Observou-se que a produção científica, que relaciona a Astrobiologia e o ensino, nesses importantes eventos brasileiros, ainda é muito escassa. Tendo em vista o ensino inovador e a proposta de integração entre disciplinas que esta área do conhecimento almeja, faz-se imprescindível refletir sobre a formação necessária dos docentes, a fim de que contribuam com esta abordagem, que visa desfragmentar o ensino.

Outro aspecto importante refere-se às demandas de pesquisa sobre Astrobiologia. Foram quantificados 3 trabalhos (A1, A7 e A11) desenvolvidos no Ensino Superior, 3 (A3, A6 e A9) que pesquisaram a temática junto aos estudantes do Ensino Médio, 1 (A2) que investigou o assunto no Ensino Fundamental, 1 (A12) que pesquisou percepções dos estudantes de nível médio e superior sobre Astrobiologia, 3 (A4, A5 e A8) que contemplaram a formação docente e 1 trabalho (A10) que investigou diferentes públicos em espaços não-formais de ensino.

Assim, a presente pesquisa revela que o tema Astrobiologia ainda é pouco investigado no contexto do ensino e na formação de professores de ciências. No entanto, para constatarmos de forma mais rigorosa esta demanda, apontamos sobre a necessidade de uma revisão de literatura mais ampla, em outros eventos e periódicos nacionais e internacionais de ensino, para a proposição de novas investigações, que visem à inserção da Astrobiologia no ensino básico.

Referências

CHEFER, C.; OLIVEIRA, A. L. Astrobiologia: concepções de licenciandos do curso de Ciências Biológicas, a identificação de conceitos no currículo do curso e em livros didáticos de Ciências. **Interfaces da Educação**, v. 9, n. 25, p. 179-205, 2018.

DOMINGOS, R. D.; NETO, J. P.; SANTOS JR., A. L. O. dos.; JESUS, D. A. de.; TEIXEIRA, R. R. P. Divulgação científica com temas de Etnoastronomia, Cosmologia e Astrobiologia. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, 2017.

GALANTE, D.; SILVA, E. P.; RODRIGUES, F.; HORVATH J. E.; AVELLAR, M. G. B. **Astrobiologia: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia**. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016.

GALVÃO, M. C. B. Levantamento bibliográfico e pesquisa científica. In: **Fundamentos de Epidemiologia** [S.l: s.n.], 2011. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002499360>>. Acesso em: 13 de fev. 2020.

GAMA, L. D. Abordagens Epistemológicas no Ensino de Física: A Cosmologia como tema motivador. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, 2009.

LORENZIN, M. P. **Sistemas de Atividade e STEAM**: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio. Choices USP, 2016.

MONTEIRO, I. M.; FONSECA, L. C. S. Astrobiologia: concepções de alunos do Ensino Fundamental sobre a vida no universo. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 7, p. 2889-2901, 2014.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed.. São Paulo: Cortez, 2011.

NASCIMENTO, J. O. V.; BITENCOURT, A. C. P.; MARTIN, V. A. F.; POPPE, P. C. da R.; PEREIRA, M. G. O Sistema Solar e a origem da vida na perspectiva de docentes e discentes do ensino fundamental de algumas escolas da Bahia. **III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia - SNEA**, Curitiba, PR, 2014.

PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. A Astrobiologia como alternativa interdisciplinar para o ensino de Astronomia. **V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia - SNEA**, Londrina, PR, 2018.

ROSA, P. R. da S. **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa em Ensino**. Editora UFMS. Campo Grande, MS, 2015.

SIQUEIRA, J. P. B. Concepções de estudantes do ensino médio acerca da vida no universo. **IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia - SNEA**, Goiânia, GO, 2016.

SILVA, L. M. A. da; OLIVEIRA, G. S. da R.; CRISPINO, L. C. B.; FRIAÇA, A. C. S. Astrobiologia no ensino de ciências: Uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar para professores do ensino fundamental. **IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia - SNEA**, Goiânia, GO, 2016.

SILVA, B. V. da; PIRES, M. O. C. Proposta de ensino da física na Astrobiologia para alunos do Ensino Médio. **XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, 2019.

SOUZA, E. M. de; LIMA, L. G. R. de; BISCH, S. M. Reconhecimento do espaço vivido como espaço coletivo. **I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia - SNEA**. Rio de Janeiro, RJ, 2011.

SOUZA, R. de. CYPRIANO, E. F. Desenvolvimento de um MOOC em Astrobiologia: Uma abordagem às origens da vida. **IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – SNEA**. Goiânia, GO, 2016.

SOUZA, Y. L.; DUTRA, L. B. O corpo humano no espaço: Analisando sistemas do corpo humano no contexto da Astrobiologia e do Steam. **Anais [recurso eletrônico] / VII Encontro Nacional de Biologia / I Encontro Regional de Ensino de Biologia Norte**, 03, 04, 05, 06 set. em Belém, PA – Belém: IEMCI, UFPA, p. 580 – 590, 2018.

VIEIRA, M. B. da F.; SANTO, V. A. do E.; RODRIGUES, F.; GALANTE, D. Astrobiologia como meio para o ensino de Física: Explorando a Física relacionada a organismos extremófilos. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. São Paulo, SP, 2013.

ENSINO DE FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO EM DIREITOS HUMANOS

PHYSICS TEACHING IN A PERSPECTIVE OF HUMAN RIGHTS EDUCATION

Paola dos Santos Balestieri¹, André Ary Leonel², Florencia MedinaRakos³,
Sandra Madalena Pereira Franke⁴

¹UFSC/Curso de Licenciatura em Física, paola.balestieri@gmail.com

²UFSC/MEN/PPGECT, andre.leonel@ufsc.br

³UFSC/PPGECT, florenciarakos@gmail.com

⁴Colégio de Aplicação UFSC, sandra.franke@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho é fruto de uma investigação realizada ao longo do curso de licenciatura em Física, na disciplina de estágio supervisionado, com o objetivo de analisar as possibilidades e desafios do ensino de Física em uma perspectiva da Educação em Direitos Humanos. Com base neste objetivo foi planejado e aplicado uma sequência didática para as Leis da Termodinâmica no Ensino Médio. A análise permitiu inferir que o modo tradicional no Ensino de Física desestimula qualquer atributo necessário para uma formação cidadã. Mesmo com uma sequência planejada para que esses atributos pudessem florescer, ficou evidente que o processo de empoderamento é longo e demorado. Para uma formação cidadã não só as aulas devem ser pensadas de maneira a desenvolver o protagonismo, diálogo, autonomia e autoria, como as relações construídas no âmbito escolar precisam de atenção, de maneira a estimular a solidariedade e o respeito ativo, ou seja, a empatia.

Palavras-chave: Ensino de Física, Educação em Direitos Humanos, Empoderamento, Formação Inicial de Físico Educadores, Termodinâmica.

Abstract

It is necessary to go beyond discussing the content of sciences from a relationship between social, scientific and technological aspects, but to make this content, related to social, economic and technological aspects, enables and enables the empowerment of minority groups, faces the rights as acquired and not as 'guarantees of the state' develop students' argumentative capacity for this struggle for rights, stimulate a perception of the possibilities for transformation in the world and, finally, recall the memory of human rights violations so that they do not return to If this happens, a closer relationship between science education and human rights education is needed. The present work is the result of an investigation carried out during the undergraduate course in Physics, in the supervised internship discipline, aiming to analyze the possibilities and challenges of teaching Physics from a perspective of Human Rights Education.

From this objective, a didactic sequence was elaborated for the Laws of Thermodynamics. From the analysis it was possible to infer that the traditional way of teaching physics discourages any attribute necessary for a citizen formation, even with a planned sequence so that these attributes could flourish, it is explicit that this process of empowerment is long and slow for a Citizenship formation not only classes should be thought of in order to develop protagonism, dialogue, autonomy and authorship, but the relationships built within the school need attention, in order to stimulate solidarity and active respect, that is, empathy.

Keywords: Physics Teaching, Human Rights Education, Empowerment, Initial Physical Education Educators, Thermodynamics.

Introdução

Pesquisas, como a de Oliveira (2017), têm mostrado que atualmente é frequente o uso dos termos “cotidiano” e “contextualização” no âmbito da educação em ciências. Porém, quais sentidos são atribuídos a essas palavras? O que está sendo privilegiado ao abordar um enfoque como esse? Oliveira (2017), defende a tese de que a formação cidadã no ensino de ciências só poderia ser almejada quando passássemos a cogitar a ideia de uma junção entre Educação em Ciências (EC) e Educação em Direitos Humanos (EDH). Dessa forma a EC, associada à EDH, permite a articulação entre conteúdos científicos e valores sociais irrevogáveis, contribuindo para a formação de cidadãos do mundo. Para o autor os discursos de cotidiano e contextualização estão distantes de proporcionar uma educação em cidadania, já que não há uma associação entre a leitura de mundo estabelecida pela ciência com questões de cunho social, político, econômico, civil e intercultural, ou seja, não busca o repensar da sociedade. Nesta mesma direção, o conceito de cidadania também precisa ser repensado, pois a cidadania ao ser compreendida como uma relação política de participação entre um indivíduo e uma comunidade política muito pouco diz sobre a natureza da cidadania, uma vez que essa constitui apenas um dos elementos de identificação social para os cidadãos (OLIVEIRA, 2017). Segundo Cortina (2005) em se tratando da EDH, surgem alguns valores sociais, a saber: Liberdade, Igualdade, Solidariedade, Respeito Ativo e Diálogo. Baseado nisso, este trabalho traz uma análise acerca de alguns atributos necessário para o empoderamento de sujeitos, perspectiva fundamental em uma EDH. Ao analisar a questão do empoderamento Rakos (2019), traz alguns atributos relevantes para a análise, são estes: autonomia, autoria, diálogo e protagonismo. A presente pesquisa foi desenvolvida durante o estágio supervisionado em Ensino de Física, do curso de licenciatura em Física, realizado em uma turma do segundo ano do ensino médio do colégio de aplicação de uma Universidade Federal. A pesquisa contou com a participação de uma estagiária do curso de licenciatura em Física, da professora regente da turma, do professor da disciplina de estágio e de uma especialista da área de EDH, compondo igualmente a autoria do presente trabalho. Para alcançar os objetivos da pesquisa uma sequência didática, com um total de seis aulas, acerca das Leis da Termodinâmica, foi planejada, desenvolvida e analisada. O tema da sequência didática foi uma sugestão da professora regente da turma em questão. Acatada a sugestão o grupo partiu para o planejamento das atividades que integraram a sequência das seis aulas, mantendo o foco na

relação entre EC e EDH, partindo de referências que serão apresentadas no próximo tópico.

Educação em Direitos Humanos

A relação entre ciência e o cotidiano, por mais que traga benefícios à Educação científica, não é suficiente à uma educação que visa à cidadania, uma vez que a contextualização e cotidianização podem não explicitar qual a formação cidadã que se está buscando e os possíveis caminhos para tal (OLIVEIRA, 2017). Assim, surge a necessidade de relacionar as áreas de Educação em Ciências e Educação em Direitos Humanos. Contudo, não só ciências, mas as demais áreas também deveriam buscar essas relações, já que a EDH é transversal à Educação, pois:

“Acreditamos profundamente que a Educação em Direitos Humanos seja capaz de fornecer uma base ética para que, ao compreender os conteúdos de Ciência em seu contexto social, econômico e cultural, o estudante consiga posicionar-se como cidadão (OLIVEIRA, 2017).”

Mas que cidadania é essa que está se almejando? Para entender melhor o que cidadania representa, trazemos a concepção de Cortina (2005), que analisou a questão da cidadania no mundo. Para esta autora a retomada da Educação cidadã vem de uma necessidade de cultivar, entre os membros das sociedades pós-industriais, um sentimento de identidade e pertencimento às diversas comunidades:

“Os indivíduos, movidos unicamente pelo interesse de satisfazer todo tipo de desejos sensíveis no momento presente, não estão dispostos a sacrificar seus interesses egoístas em nome da coisa pública (CORTINA, 2005).”

Porém, em todo princípio de identidade e pertencimento existiria um princípio excludente em relação a aquele que não pertence. Assim, a sensação de pertencimento a uma comunidade não pode andar descompassada de um sentimento concreto de justiça (OLIVEIRA, 2017). O foco para a EDH são os valores morais, que se especificarem, uma vez que dependem da liberdade humana, pois só existe valor moral em liberdade, cabendo ao próprio sujeito a sua realização (CORTINA, 2007). Seguindo esses pressupostos, Oliveira (2017), traz quais são os valores centrais à cidadania para Adela Cortina, sendo estes: valores de Liberdade, Igualdade, Solidariedade, Respeito Ativo e Diálogo. O valor Liberdade pode ser relacionado a participação, com isso uma Educação para a cidadania deve buscar a participação na questão pública. Liberdade também pode ser entendido como autonomia, não no sentido de capacidade de fazer o que bem entender, mas no sentido de que nós, devemos ter a capacidade de percepção de que existem ações que são humanizantes e outras desumanizantes. Já o valor de Igualdade pode ser entendido basicamente como igualdade de oportunidades, igualdade perante a lei e igualdade de serviços. Ou seja, Igualdade em dignidade. O valor de Solidariedade não deve ser estimulado apenas entre as pessoas que participam dos mesmos grupos e possuem interesse próximos, mas também na atitude com aquele que é diferente, o que contribui para que a cidadania não seja apenas local, mas global. O valor Respeito Ativo implica suportar que os outros pensem e estabeleçam ideais de vida diferentes, ou seja, uma sanção positiva

acerca das ideias do outro. O valor Diálogo, construído como um valor fundamental para uma sociedade, pressupõe estabelecer consenso sobre o que seria justo e bom para todos a fim de evitar que sejam empreendidas ações de violência, tanto em determinados grupos locais, quanto em questões universais.

De acordo com LAPA (2014) as principais características de uma EDH seriam: construção de uma identidade coletiva, que transcende diferenças individuais, culturais, religiosas e éticas; conhecimentos de valores universais - justiça, paz, respeito, sustentabilidade e dignidade; habilidade cognitivas para pensar de forma crítica, sistêmica e criativa; habilidades não cognitivas - empatia, resolução de conflitos, interação social e cultural; agir de forma colaborativa social e ambientalmente sustentável e responsável; inclusão na cultura digital, como apropriação crítica e criativa e também como contexto cultural. De acordo com Colucci (2015), para que a educação nos conduza a uma cidadania plena, ativa e transformadora, é necessário que se permita a reflexão crítica a partir das nossas experiências e que possibilite o mais amplo conhecimento a respeito do mundo que os precedeu, sem predeterminar o futuro. Contudo, um dos desafios para que isso ocorra, segundo Freire (1996):

é tornar a relação educando e educador algo que se expanda para além dos muros da escola, e que não se limite a instituição. Ou seja, a possibilitar a construção do conhecimento dentro da nossa realidade, através da problematização do homem em sua relação com o mundo e com os homens, que estes aprofundem sua tomada de consciência da realidade na qual e com a qual estão, assumindo-se como seres sociais e históricos, que pensam, se comunicam, criam e transformam. (Idem, p.46).

Podemos levar em consideração que os processos educativos se fazem presentes em vários momentos de nossas vidas. Mas nosso olhar está voltado para a escola, pois como é levantado por Rakos (2019), a escola configura um espaço profícuo para que ocorram trocas e experiências de práticas democráticas, colaborativas, participativas e de respeito às diversidades culturais. Portanto, se houver a possibilidade de transformação social nesse espaço e nesse momento de formação do indivíduo, pode ser que isso se reflita para além da escola e para além desse momento presente.

Em 1999 durante um seminário promovido pelo Instituto Interamericano de Direitos Humanos, três dimensões foram consideradas consensuais entre educadores em Direitos Humanos da América Latina, a saber: empoderamento de sujeito e grupos que historicamente foram postos à margem, a formação de sujeitos de direito e o “Educar para Nunca Mais”; sendo que neste trabalho, conforme já foi mencionado, a centralidade está na dimensão do empoderamento. Para a análise desta dimensão será utilizado o referencial de Rakos (2019), que considera o empoderamento não como algo dado e estabelecido, mas como um processo a ser construído. Nesta direção, a autora apresenta alguns atributos necessários para esse processo, sendo estes apresentados no quadro a seguir:

Quadro síntese dos atributos necessários para o processo de empoderamento

AUTONOMIA	Significa ser governado por si mesmo, capazes de tomar decisões por eles mesmos, decide qual deve ser o melhor
-----------	--

	caminho a ser tomado para ação. Fala sobre assuntos que vivenciam em seus diversos contextos (escolar, pessoal, familiar, amigos). Exemplificam com seu cotidiano. Falam sobre seus sentimentos.
AUTORIA	Significa o aluno revelar uma construção/ideia sua, elaborada a partir do contexto daquele momento. Não repete o entendimento de outros, e principalmente, da professora. Não fala o que seria esperado ou ideias prontas. Possui uma postura ativa na busca de informação e recursos para executar o que pretende, saindo do papel passivo de responder à solicitação/comando do professor. É aquele que produz, cria, é original.
DIÁLOGO	Contexto de problematização do conhecimento em sua realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la
PROTAGONISMO	Engloba a participação consciente e esclarecida. O sujeito deve saber que está participando de uma situação e querer dela participar. Participação de forma ativa das ideias/conhecimento desenvolvidos no momento da ação. Significa não apenas falar no grupo, mas compreender seu papel ativo nas decisões coletivas e ocupa este lugar. Toma a frente de uma discussão, com liderança, assume seu lugar na ação e escolhe agir.

Fonte: RAKOS, F. (2019)

A Investigação

Baseando-se nos referenciais teóricos citados, foi necessário desenvolver uma sequência que nos desse espaço para além do desenvolvimento de um ensino de Física na perspectiva da EDH, permitisse analisar os atributos apresentados por Rakos (2019) para o processo de empoderamento. Para isso, foi elaborado uma sequência didática de 6 aulas para as Leis da Termodinâmica que foram aplicadas em uma turma do segundo ano do ensino médio do Colégio de Aplicação de uma Universidade Federal. As aulas se deram na seguinte sequência:

1° - Na primeira parte da sequência os alunos receberam um texto que discutia a importância do desenvolvimento da termodinâmica para o entendimento e criação das máquinas térmicas, e que impactos essa tecnologia trouxe para a sociedade e economia da época na Revolução Industrial. Após a leitura foi solicitado que os alunos fizessem duas ou mais perguntas em relação ao texto. O texto foi usado de maneira a desenvolver um senso crítico em relação as atividades humanas, e criar sentido para o tema a ser estudado, já que a revolução industrial foi resultado desse desenvolvimento tecnológico que decorreu de um entendimento científico mais evoluído sobre a termodinâmica. Dessa forma, os alunos puderam compartilhar seus questionamentos com a turma. Nesse momento buscou-se desenvolver os atributos necessários para o empoderamento, mas também analisar como esses atributos se dão quando o objetivo da aula é criar condições propícias pra que estes se desenvolvam.

2° - Na segunda parte da sequência buscou-se dar ênfase para o personagem Boltzman no estudo da segunda lei da termodinâmica (os alunos tiveram que fazer uma pesquisa sobre o cientista), pois baseado nas 3 dimensões trazidas por Oliveira (2017) acerca do que se considera consensos entre educadores

em Direitos Humanos, o empoderamento de sujeitos é uma dimensão a ser pensada quando se almeja uma EDH. Assim, é extremamente importante analisar as relações sociais da época em torno do cientista a partir dos olhares dos estudantes e problematizar as diferentes concepções, com vistas ao “educar para nunca mais”. Já que historicamente esse personagem teve a vida pessoal e acadêmica um tanto conturbada. Fazendo uma breve pesquisa, os alunos se depararam com uma biografia antagônica - um sucesso póstumo em suas teorias, sendo considerado o pai da mecânica estatística, ao mesmo tempo que foi descrito como um doente psicologicamente e uma pessoa difícil de lidar - trazendo a tona a imagem de um cientista humanizado, que se deparou com problemas no conservadorismo científico da época, que acarretou em danos na sua vida pessoal. A trajetória foi essencial para a discussão acerca das dificuldades encontradas por alguns cientistas na carreira científica, abrindo espaço para o diálogo no âmbito da epistemologia. Para além disso, buscou-se desenvolver a empatia dos estudantes para com uma história trágica (que se sucedeu em um suicídio), de modo a empoderar o indivíduo Boltzmann como um cientista e, sobretudo, como um ser humano. Relembrar as injustiças, cometidas com ele no âmbito profissional e pessoal, é também uma forma de não deixar se apagar na história tais violações dos direitos humanos, para que estes não voltem a acontecer.

Além disso, os atributos protagonismo e participação também foram avaliados. Neste sentido, a aula foi planejada de maneira a criar um ambiente de discussão com condições favoráveis para isso, dessa forma as atividades foram planejadas visando uma maior participação dos alunos, como por exemplo: convidá-los a responder as perguntas dos colegas, solicitação de justificativa das respostas dadas, os motivos que os levaram a mudar de ideia, sempre criando espaço para que todos participassem e pudessem questionar não só os colegas, mas também ao que o próprio professor estava falando. No decorrer das aulas algumas questões foram levantadas e para incentivar o protagonismo dos alunos a ferramenta Plickers¹ foi usada, por ser considerado um instrumento que encoraja/motiva a participação e potencializa as interações, elementos importantes para o desenvolvimento do protagonismo.

Possibilidades e desafios: Uma análise

Acerca dos aspectos autonomia e autoria, percebeu-se que ao longo das aulas desenvolvidas a autoria foi vista como uma coisa muito distante da disciplina de física, pois sob o olhar dos alunos esta disciplina se limita a resolução de exercício. Comentários como: “como assim fazer perguntas?” foram frequentes. Em física, não é comum para os estudantes questionarem-se sobre o que está sendo dito ou visto. Isso precisa ser superado, uma vez que o questionamento faz parte da essência da Física e deve estar presente no desenvolvimento da cidadania. A visão trazida por esses alunos em relação a física é a de que pra ir bem na disciplina é necessário saber aplicar fórmulas e nessa visão reducionista não há espaço para a construção de um contexto

¹ É um aplicativo que permite ao professor escanear as respostas dos alunos, conhecer em tempo real o nível da turma quanto ao entendimento acerca de questões levantadas ao longo da aula e salvar o desempenho individual dos alunos, criando gráficos e dados. Para saber mais e fazer o download acessar: <https://get.plickers.com/>

favorável para o questionamento, levantamento de hipóteses e diálogo ao longo das atividades desenvolvidas. Além disso, a nota acabou se tornando um fator limitante, já que era sempre do interesse dos estudantes quanto iria valer as atividades propostas. Percebe-se que as decisões tomadas por eles eram influenciadas pelas recompensas. Logo o caráter da autonomia e o valor da liberdade são diretamente afetados pela nota, pois se não vale nota eles não fazem, e se vale nota, haverá uma tendência a fazer o que é esperado pelo professor, ou seja, de repetição. Para o diálogo e o protagonismo percebe-se que a relação entre os estudantes é um fator decisivo, pois quem tomava a frente nas discussões eram sempre os mesmos alunos que já tinham o hábito de participar. Apesar da aula ter sido planejada de modo a criar espaços para discussões e diálogo, o protagonismo de alguns alunos ficou reprimido, aparentemente, por represálias dos colegas. Dessa forma, não só a estrutura da aula precisa ser repensada para empoderar esses sujeitos, mas também as relações da turma, de modo a desenvolver os valores de solidariedade e respeito ativo.

Considerações Finais

Portanto, reforçando as ideias de Oliveira (2017), faz-se necessário ir além da abordagem de conteúdos de ciências a partir de uma relação entre aspectos sociais, científicos e tecnológicos, mas fazer com que esses conteúdos, relacionados com aspectos sociais, econômicos, tecnológicos, potencializem o empoderamento dos grupos minorizados, encare os direitos como adquiridos e não como “garantias do estado”, desenvolva uma capacidade argumentativa dos estudantes para essa luta por direitos, estimule uma percepção das possibilidades de transformação no mundo e também resgata a memória das violações de Direitos Humanos para que elas não voltem a acontecer. Dessa forma, a relação entre EC e EDH se torna mais ampla do que propostas de cotidiano e contextualização na formação para a cidadania. A partir da análise desta pequena investigação é notório que os alunos, quando imersos em um ensino tradicional que não prioriza a interação e o diálogo, apresentam em um primeiro momento alguma resistência, podendo se sentir tímidos em relação as atividades propostas, como foi observado no decorrer do trabalho. Para alguns alunos a Física está muito distante das questões sociais e políticas, tanto no conteúdo como na protagonização nas aulas. No sentido da autoria e autonomia, a nota, que tem papel decisivo nas decisões tomadas pelos estudantes, acabou prejudicando o processo. Já para o protagonismo e diálogo a relação entre os alunos, da maneira como se dá, prejudica a criação de espaços férteis para o diálogo e protagonização dos estudantes, pois os alunos que têm dificuldades de se expressar, quando tentam acabam sofrendo com “zoeira” dos colegas. Assim, o valor solidariedade e respeito ativo precisam ser trabalhados, de maneira a facilitar o protagonismo dos colegas e portanto, o empoderamento dos mesmos. Deixando ainda mais evidente que, apenas contextualizar a física não é suficiente quando se almeja a cidadania. É preciso pensar em metodologias e conteúdos sim, mas também em valores morais e sociais a serem construídos nos estudantes por meio da Física. Por fim, fica claro que esse processo de mudança não é imediato, demanda tempo de adaptação, sobretudo em disciplinas que já são estigmatizadas. Assim o número de aulas destinado a

esta investigação não foi suficiente para perceber grandes mudanças no comportamento dos alunos, mas permitiu construir conhecimentos que contribuirão com as experiências futuras. Desta maneira, é preciso que iniciativas como esta sejam mais frequentes e duradouras.

Referências

ABREU, R. G. **Políticas curriculares para o ensino de Química: discursos sobre contextualização e cotidiano.** (in) LOPES, A. C.; DIAS, R. E.; ABREU, R. G. Discursos nas políticas de currículo. Rio de Janeiro, Editora Quartet, 2011. p. 119-147.

COLUCCI, I, C. **Internet e educação: aproximação inspiradas pelos movimentos sociais articulados em rede para a formação dos sujeitos.** Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015

CORTINA, A. **Cidadãos dos mundo: para uma teoria da cidadania.** São Paulo, Edições Loyla, 2005.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira/ prefácio de Jacques Chonchol, 7aed., Rio de Janeiro. Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LAPA, Fernanda. **Clínica de Direitos Humanos: uma proposta metodológica para os cursos jurídicos no Brasil.** Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2014

LUTFI, M. **Cotidiano e Educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2o grau.** Ijuí: Unijuí, 1988.

RAKOS, F, M. **Educação em Direitos Humano e Conexões Escola Mundo: desafios e oportunidades no processo de empoderamento juvenil.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

MARSHALL, T. H. **Cidadania, classe social e status.** Rio de Janeiro: Zahar, 1967.

OLIVEIRA, L, V, D. R. **A formação de professores de ciências em uma perspectiva de Educação em Direitos Humanos.** 2017. Tese(Doutorado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro.

SANTOS, W. L; MORTIMER, E. F. **A dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão dos professores.** Anais do II ENPEC. Valinhos, set. 1999.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L; BEJARANO, N. R. R. **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. Química Nova na Escola.** Vol. 35,

n° 2, p. 84-91, Maio 2013. CORTINA, A. Cidadãos do mundo: para uma teoria da cidadania. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

UM PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES SOBRE A INSERÇÃO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DE REVISÕES DE LITERATURA

A PANORAMA OF PUBLICATIONS ON THE INSERTION OF MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS IN HIGH SCHOOL FROM LITERATURE REVIEWS

Lucas Soares Prates¹, Luiz Felipe de Moura da Rosa²

¹UFRGS/Instituto de Física, lucas.soares.prates@gmail.com

²UFRGS/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, prof Luizfis@gmail.com

Resumo

No presente trabalho, objetivamos estabelecer um panorama das pesquisas sobre ensino de física moderna e contemporânea e de física quântica. Para isso, nos apoiamos em revisões da literatura que buscaram identificar o *estado da arte* da área de Ensino, sobre essa linha de pesquisa. Buscamos, ao longo do texto, identificar formas de categorizar trabalhos, recorrentes em revisões de literatura que tratam da inserção de tópicos dessa linha relevantes para a área. Procuramos olhar para as categorias mais expressivas, empregadas nesses trabalhos de revisão, e percebemos uma forma tradicional de classificação de trabalhos. Cada categoria traz consigo subsídios históricos que permitem identificar elementos característicos das pesquisas da área de Ensino de Física/Ciência. No entanto, essa forma de categorizar pode ter se mostrado pertinente em cada contexto, mas não há garantias de que as mudanças, pelas quais passou a área de Ensino de Física nas últimas décadas, não tenham afetado a estrutura das produções. Sugerimos, por fim, outras ideias de categorização como, por exemplo, olhar para os pressupostos teórico-metodológicos adotados pelos pesquisadores.

Palavras-chave: Revisões de literatura; Física moderna e contemporânea; Ensino de Ciências.

Abstract

In this paper, we aim to establish an overview of the research on teaching modern and contemporary physics and quantum physics. For this, we rely on literature reviews that sought to identify the state of the art in the area of Education, on this line of research. We seek, throughout the text, to identify ways to categorize works, recurring in literature reviews that deal with the insertion of topics of this line relevant to the area. We tried to look at the most expressive categories used in these review works, and we noticed a traditional way of classifying works. Each category brings with itself historical subsidies that allow identifying characteristic elements of research in the area of Physics/Science Teaching. However, this way of categorizing may have proved to be relevant in each context, but there is no guarantee that the changes, which the Physics Education area has undergone in the last few decades, have not affected the structure of the productions. Finally, we suggest other categorization ideas, such as looking at the theoretical and methodological assumptions adopted by researchers.

Keywords: Literature reviews; Modern and contemporary Physics; Science Teaching.

Introdução

Ostermann e Moreira (2000) defendem a necessidade de uma atualização curricular da disciplina de Física no Ensino Médio (EM). Duas décadas se passaram e ainda é possível percebermos a pertinência de justificativas empregadas pelos autores para isso. Nesse sentido, buscaremos, com o presente trabalho, identificar um panorama das publicações que tratem a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) e de Mecânica Quântica (MQ) no EM. Para isso, faz-se fundamental reconhecermos a expressiva tradição de revisões de literatura nessa linha.

De acordo com Rocha, Herscovitz e Moreira (2018), “desde a década de 1970 e até a de 2000, cerca de 270 artigos foram analisados nestas revisões. Este número pode ser um pouco menor, visto que alguns artigos aparecem em mais de uma resenha” (p. 1306-17). Do diálogo com as revisões anteriores a sua, Rocha, Herscovitz e Moreira (2018) identificam um *estado da arte* das produções que versam sobre o ensino de tópicos de FMC no Brasil. Com base na revisão de Rocha, Herscovitz e Moreira (2018), bem como nas anteriores a sua, procuramos identificar a estrutura desse tipo de trabalho.

O que apontam as revisões de literatura sobre FMC/MQ?

Objetivando estabelecer um panorama das pesquisas sobre ensino de FMC/MQ, nos apoiaremos em revisões de literatura que buscaram identificar o estado da arte da área de Ensino, sobre esta linha de pesquisa. Essa investigação dar-se-á através de uma análise de revisões de literatura anteriores sobre o tema, relevantes para a área. Curiosamente, os trabalhos mais atuais acabam citando as revisões mais antigas, o que pode ser encarado como um indício da importância destes trabalhos para a área. Para isso, partimos do trabalho de Rocha, Herscovitz e Moreira (2018) e as revisões mencionadas nele, a saber: Ostermann e Moreira (2000); Greca e Moreira (2001); Pereira e Ostermann (2009); Pantoja, Moreira e Herscovitz (2011) e Silva e Almeida (2011). Na sequência apresentamos uma por uma, destacando suas asserções e as categorias empregadas em cada uma. Aportados nessas revisões, procuramos por padrões nas formas de categorização dos trabalhos selecionados e discutimos as transições nessas categorias ao longo da história.

A primeira delas, a revisão de literatura de Ostermann e Moreira (2000) centrou sua atenção em produções voltadas ao EM e que tratassem de tópicos de FMC em geral. Este trabalho é um marco na literatura específica nacional da área de Ensino de Ciências, tendo sido citado 314 vezes¹. O período contemplado na busca caracterizou-se entre 1970 a 2000. É importante destacar que é na década de 1970 que começam a surgir os primeiros simpósios, periódicos e grupos de pesquisa em Ensino de Física no Brasil (NARDI, 2005). Ao total foram empregadas seis categorias, a saber: a) *justificativas* (para a inserção de FMC no EM); b) *questões metodológicas, epistemológicas e históricas referentes ao ensino de FMC; estratégias de ensino e currículos* (dividindo este grupo em dois subgrupos, separando as *três vertentes principais* das demais); c) *concepções alternativas dos estudantes acerca de tópicos de FMC*; d) *temas de FMC – foram 16 apresentados como divulgação ou como bibliografia de consulta para professores e alunos*; e) *propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem* (na qual os autores dividem em três subgrupos por assuntos trabalhados nas escolas: MQ, armas nucleares e raios cósmicos) e; f) *livros didáticos*

¹De acordo com busca realizada no *googleschoolarem* 29 de Junho de 2020.

que inserem temas de FMC (indicando quais livros o fazem na época e de que forma).

A segunda, em ordem cronológica, é a revisão de literatura de Greca e Moreira (2001). Os autores estão ocupados com trabalhos que abordem conteúdos introdutórios de MQ. A revisão em questão contemplou tanto EM quanto Ensino Superior e Cursos de Formação de Professores. O período investigado foi de publicações datadas de 1971 até 2001. Portanto, contempla o período desde a produção dos primeiros trabalhos sobre a temática até o ano de produção e publicação do artigo. Empregaram apenas três categorias, a saber: a) *artigos sobre concepções dos estudantes a respeito de conteúdos de MQ*; b) *trabalhos com críticas aos cursos introdutórios de MQ* e; c) *estudos contendo propostas de novas estratégias didáticas*. Pereira e Ostermann (2009) fazem um levantamento de pesquisas de 2001 até 2006 no qual analisam 102 trabalhos. O foco dos autores é em tópicos diversos de FMC, e arrolam estes trabalhos em quatro categorias distintas, sendo elas: a) *propostas didáticas testadas em sala de aula*; b) *levantamento de concepções*; c) *bibliografia de consulta para professores* e; d) *análise curricular*.

Em 2011 há duas revisões de literatura sobre o tema. Pantoja, Moreira e Herscovitz (2011) investigam produções que tratam de tópicos de MQ. Contemplando trabalhos de 1999 a 2009, a investigação analisou um total de 60 trabalhos, arrolando-os nas seguintes categorias: a) *revisão da literatura sobre o ensino de MQ/FMC*; b) *análise curricular*; c) *análise dos conteúdos em livros que abordam MQ/FMC*; d) *elaboração e/ou aplicação de propostas de ensino*; e) *concepções de professores sobre o ensino de MQ/FMC no EM*. Por outro lado, Silva e Almeida (2011) focaram apenas no EM, embora também preocupados com o ensino de MQ. Sua busca data entre trabalhos publicados entre 1997 e 2009, resultando em 23 trabalhos analisados. As categorias empregadas foram: a) *propostas didáticas*; b) *implementações de propostas didáticas*; c) *estudos de concepções*; d) *análise curricular e críticas aos cursos introdutórios de MQ* e; e) *análise teórica/epistemológica*.

Rocha, Herscovitz e Moreira (2018) fazem um movimento de “metarrevisão”, contemplando os cinco trabalhos mencionados anteriormente. Além disso, propõem uma nova revisão com foco em produções destinadas ao EM e que datem entre 2010 e 2019 (além de um trabalho de 2009 que não fora contemplado nas revisões anteriores). Os autores identificam 80 trabalhos e os distribuem em cinco categorias, a saber: a) *propostas pedagógicas*; b) *propostas didáticas implementadas*; c) *estudos sobre concepções de estudantes ou professores acerca de tópicos fundamentais de Mecânica Quântica*; d) *análise de material didático* e; e) *estudos sobre formação continuada*.

Como era de se esperar, variações de uma mesma categoria podem ser identificadas em distintas revisões. Destacamos que nosso objetivo não é apresentar, aqui, novas categorias, mas sim fazer um movimento de identificar aquelas que são empregadas de forma recorrente e sintetizá-las. Dessa forma, tentando compactar as ideias apresentadas nas categorias utilizadas nessas revisões, propomos um conjunto de quatro grandes categorias, sendo elas: a) *estudos sobre concepções de estudantes ou professores acerca de tópicos de FMC/MQ*; b) *análise curricular e propostas de estratégias de intervenções didáticas*; c) *propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem* e; d) *análise de materiais didáticos*. Cada categoria traz consigo subsídios históricos que permitem identificar elementos característicos das pesquisas da área de Ensino de Física/Ciências no que tange o estudo da inserção de tópicos de FMC/MQ nos diferentes níveis de ensino que serão discutidos com maior profundidade nas subseções apresentadas a seguir.

Estudos sobre concepções de estudantes ou professores acerca de tópicos de FMC/MQ

Nas décadas de 1980 e 1990, a área de Ensino teve grande parte de suas pesquisas concentrada no mapeamento das concepções de professores e estudantes sobre os mais diversos conteúdos científicos (MORTIMER, 1996; NARDI, GATTI, 2004; PEREIRA, 2017). Com o passar dos anos, surgiram modelos cognitivistas (em sua maioria) que buscavam a transição (ou abandono) de concepções alternativas (ou errôneas) no sentido das concepções cientificamente aceitas (MORTIMER, 1996; NARDI; GATTI, 2004). Esses modelos ficaram conhecidos como modelos de mudança conceitual, sendo o principal deles proposto por Posner et al. (1982), presente na área até hoje (ROSA, ROSA e PEREIRA, 2019). A disciplina específica com maior número de investigações desta natureza era a Física (NARDI, GATTI, 2004). No entanto, mesmo concentrando o maior número de publicações, poucas investigações no Ensino de Física contemplavam concepções a respeito de FMC/MQ (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). Na revisão pioneira de Ostermann e Moreira (2000), os autores avaliam a carência de trabalhos dedicados a investigar concepções alternativas sobre FMC, seja por parte de professores ou estudantes. No que diz respeito à Física quântica em específico, Greca e Moreira (2001) acusam a escassez de publicações que investiguem as concepções dos estudantes e reiteram a relevância desse tipo de trabalho.

Em todas as revisões de literatura posteriores a essas duas, os respectivos autores dedicam uma categoria na qual arrolam as produções referentes às concepções alternativas de alunos e/ou professores. Observa-se que o número de publicações a este respeito vem aumentando proporcionalmente nos últimos anos (PANTOJA; MOREIRA; HERSCOVITZ, 2011; SILVA; ALMEIDA, 2011). Além disso, Pereira e Ostermann (2009) chamam a atenção para a presença de trabalhos nessa categoria que contemplam atitudes, modelos mentais, invariantes operatórios, modos de raciocínio, perfis conceituais, interpretações entre outros. Pantoja, Moreira e Herscovitz (2011) avaliam que, dos trabalhos analisados em sua revisão, poucos recorrem a referenciais teóricos de aprendizagem, pois somente um terço destes apropria-se deste recurso. Pantoja, Moreira e Herscovitz (2011) ressaltam ainda que se deva salientar a quantidade de estudos de concepções que vem progredindo ao longo do tempo, o que, para eles, é essencial para o avanço da área de pesquisa em ensino de MQ. Eles defendem que, verificar o conhecimento prévio dos estudantes como suas concepções alternativas, é um fator crucial para o desenvolvimento de estratégias didáticas que facilitam a aprendizagem.

Análise curricular e propostas de estratégias de intervenções didáticas

A categoria de “propostas de estratégias de intervenção didática” aparece em todas as revisões, assim como a de “concepções”. Da mesma forma que identificam trabalhos anteriores (PEREIRA, OSTERMANN, 2009; GRECA, MOREIRA, 2001), o maior número de produções está situado nessa categoria. É possível constatar que, apesar do notável aumento relativo de publicações sobre o ensino de FMC que apresentam resultados de pesquisa, a maioria dos artigos ainda se refere à bibliografia de consulta para professores. Das produções arroladas nessa categoria, é possível identificar: textos didáticos para professores (atuantes ou em formação), propostas de confecção de aparato experimental com material reciclável ou de baixo custo, estratégias didáticas e orientações quanto ao uso didático de *hardwares* de coleta de dados (sensores e arduino), assim como softwares de simulação computacional. Contudo, Pereira e Ostermann (2009) ressaltam que, apesar de os trabalhos de desenvolvimentos serem muito relevantes para o Ensino

de Ciências, é necessário que o material final desses trabalhos seja submetido a uma avaliação crítica para verificar em que medida eles facilitam os processos de ensino-aprendizagem.

Além da preocupação com as propostas de “como” inserir a FMC nos diferentes níveis de ensino, especialmente na educação básica, percebe-se também uma grande preocupação com o “porquê” e com o “quê” ensinar. Quase duas décadas depois das problematizações iniciais, Rocha, Herscovitz e Moreira (2018) concluem, com respeito à inserção de tópicos de física quântica no ensino, que o desafio à pesquisa neste campo de conhecimento está presente em praticamente todos os trabalhos apresentados, independentemente do nível de ensino. Deste modo, é necessário promover uma busca em diferentes maneiras de abordar a MQ, objetivando a atualização curricular e o interesse dos alunos nos conteúdos de física e na carreira científica. Pelo fato da tecnologia atual estar em fase de ampla aplicação de consequências da MQ, destaca-se ainda mais o ensino em diversas carreiras de nível médio e superior.

Destacamos na fala dos autores, além da pertinente preocupação com a mudança curricular, a “formação continuada de professores”. Silva e Almeida (2011) advogam que se deve investir tanto na formação inicial quanto continuada dos professores de Física, visto que “o principal elo da corrente da inserção de tópicos de FMC no EM é o professor”. Vale lembrar que o trabalho de Silva e Almeida está preocupado, especificamente, com o EM. Com respeito ao “como”, “por que” e “o quê” levar (d)a física quântica para esse nível de ensino, os autores identificam que há certo consenso na questão de que só faz sentido levar a FQ para o EM se for priorizado seu caráter qualitativo, conceitual e filosófico, deixando um pouco de lado o enfoque excessivamente matemático. Nessa perspectiva, destaca-se o uso de textos de divulgação científica, de textos originais de cientistas, de simulações computacionais e de experimentos mentais. Essas estratégias, além de atuarem em favor da construção conceitual e cultural, também possibilitariam a compreensão de como a ciência é construída. Por outro lado, há discussões em relação aos conteúdos que poderiam ser apresentados no EM. Apesar das distinções, há certo consenso de que se deve abordar a “nova” FQ não se limitando apenas ao efeito fotoelétrico, aos raios-X e à quantização da energia.

A preocupação com a inovação curricular da disciplina de Física na Educação Básica e também no Ensino Superior transpõe praticamente todas as revisões. Uma das principais justificativas empregadas por Ostermann e Moreira (2000), em frente à relevância de sua revisão, é justamente que a mesma pudesse servir como um instrumento que auxiliasse o processo de mudança curricular. Ostermann e Moreira (2000) evidenciam que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio também propõem uma reformulação do currículo de Física no ensinomédio.

Propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem

Apesar da crítica tecida às propostas didáticas não testadas e avaliadas empiricamente, ainda são poucas aquelas que são de fato aplicadas e têm seus resultados analisados. Embora se reconheça o aumento histórico da densidade de publicações sobre o tema, ainda se mantém a grande diferença para as propostas não avaliadas. Este é um indício de que essa densidade de produções vem se intensificando nas últimas décadas como avaliam Rocha, Herscovitz e Moreira (2018), apesar de se manterem proporções indesejadas na natureza dessas produções. O único trabalho de revisão que divergiu dessa conclusão foi o de

Pantoja, Moreira e Herscovitz (2011). No referido trabalho, os autores chamam atenção para o aumento da quantidade de artigos publicados na categoria de implementação de propostas didáticas (cinco e oito trabalhos, respectivamente, nos dois últimos anos da revisão) e que tais implementações ocorrem, em sua maioria, no Ensino Superior (21 dos 25 trabalhos encontrados). Uma crítica tecida por Pereira e Ostermann (2009), ao olhar para as publicações entre 2000 e 2006, é que a maior parte dos trabalhos de pesquisa que avaliam propostas didáticas em sala de aula se ocupa da organização do conteúdo e do rigor científico com que eles são apresentados. Apesar de isso ser imprescindível, é necessário investigar os processos conduzidos em sala de aula. Assim poderemos ter uma melhor compreensão dos mecanismos utilizados por professores e alunos no ensino de FMC.

Outro aspecto é que não é difícil notar pelos relatos das propostas testadas, que aparecem nas revisões posteriores à de Pereira e Ostermann, uma forte tendência em recorrer a referenciais teóricos cognitivistas para fundamentar as propostas arroladas nessa categoria. Ao longo de seu escrito, Pantoja, Moreira e Herscovitz (2011) demonstram estar alinhados com essa perspectiva de aprendizagem. Sobre as implementações, eles concluem que a grande quantidade de trabalhos a usar referenciais teóricos é um ponto positivo. 18 dos 25 trabalhos valem-se de fundamentação teórica. A aula expositiva é a preferida pelos autores para o desenvolvimento da instrução, tendo 12 trabalhos encabeçados pela metodologia. Outra metodologia muito utilizada é a instrução via laboratórios virtuais, presente em seis trabalhos. Em três trabalhos essas metodologias são combinadas, e outras metodologias contabilizam quatro trabalhos (tutoriais, jogos, etc.).

Análise de materiais didáticos

Os materiais didáticos que trazem conteúdos de FMC/MQ também já foram alvo de investigações anteriores como aponta a literatura (OSTERMANN; MOREIRA, 2000; PEREIRA; OSTERMANN, 2009; SILVA; ALMEIDA, 2011; ROCHA; HERSCOVITZ MOREIRA, 2018). Entretanto, não há um consenso entre pesquisadores de que forma proceder com a análise desses materiais. Portanto, concordamos com Silva e Almeida (2011) quando afirmam que “quanto aos trabalhos que analisam os conteúdos de livros, podemos dizer que eles cumprem importante papel como consequência do fato de que esses recursos podem ser utilizados pelos professores em aula” (SILVA, ALMEIDA, 2011, p. 645). Quanto às conclusões das análises dos trabalhos arrolados nessa categoria nas respectivas revisões, temos na revisão de Ostermann e Moreira (2000) apenas cinco livros, sendo que os autores destacam que, na época, “o livro-texto de Física possivelmente mais adotado nas escolas gaúchas (Bonjorno, 1993) não apresenta nenhum tópico de FMC” (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 39). A maioria dos demais traziam os temas em seções especiais ao final de capítulos. Ostermann e Moreira (2000) identificam que os autores dos livros didáticos misturam diferentes visões sobre o fóton em uma visão própria, que não condiz com resultados da pesquisa contemporânea na maioria dos livros, de forma que suas narrativas nem poderiam ser compreendidas como FQ. Além disso, há o problema de que o paradigma apresentado pelos livros não é hegemônico há mais de oito décadas.

Pereira e Ostermann (2009) identificam que os trabalhos que analisam livros didáticos estão ocupados com a teoria da relatividade. Dessas análises, chegou-se a conclusões de que a grande maioria dos livros apresentam diversos erros conceituais em seus textos a respeito da contração Lorentz-Fitzgerald e a aparência visual de objetos relativísticos, além de interpretar erroneamente as equivalências massa-energia.

Silva e Almeida (2011) arrolam apenas um trabalho nessa categoria, trabalho esse que se propõe a investigar o modo como experimentos mentais sobre a teoria da relatividade e MQ são apresentados nos livros-texto e nos livros de divulgação da Física, e se seriam capazes de familiarizar os estudantes com as teorias modernas da Física. Os experimentos mentais foram amplamente utilizados pelos cientistas que desenvolveram as teorias da relatividade e da MQ e, após ser feita uma transposição didática, constituiriam o conteúdo de livros-texto e de livros de divulgação da Física. Além disso, as técnicas narrativas utilizadas se mostraram atrativas a estudantes secundários.

Enquanto Ostermann e Moreira (2000) olham direto para livros didáticos da sua época, as outras duas revisões identificam um total de quatro trabalhos de análise de materiais didáticos. Porém, entre 2010 e 2016, Rocha, Herscovitz e Moreira (2018) identificam o dobro, ou seja, oito trabalhos nessa linha. Vale apontar que nessa revisão, além de materiais didáticos, são contempladas análises de materiais paradidáticos. Como materiais didáticos, os autores incluem animações, conjuntos de materiais disponibilizados *online* e, inclusive, algumas propostas experimentais. Um ponto geral dos pesquisadores se dirige aos trabalhos investigados que fazem estudos com os próprios estudantes sobre os materiais, e esses reforçam o papel da didática do professor e materiais que abordam os temas de forma mais conceitual e fenomenológica enquanto promotores de índices maiores de aprendizagem.

Contribuições para o Ensino de Física

Buscamos, ao longo do texto, identificar formas de categorizar trabalhos recorrentes em revisões de literatura que tratam da inserção de tópicos de FMC/MQ. Procuramos olhar para as categorias mais expressivas e percebemos uma forma tradicional de classificação de trabalhos. Cada categoria traz consigo subsídios históricos que permitem identificar elementos característicos das pesquisas da área de Ensino de Física/Ciência. No entanto, essa forma de categorizar pode ter se mostrado pertinente em cada contexto, mas não há garantias de que as mudanças, pelas quais passou a área de Ensino de Física nas últimas décadas, não tenham afetado a estrutura das produções.

Destacamos que atualmente uma distinção que assume caráter cada vez mais importante nas publicações em Ensino de Física diz respeito à natureza dos referenciais teórico-metodológicos adotados nas pesquisas. Com a “virada discursiva” no Ensino de Ciências (MORTIMER, SCOTT, 2002; PEREIRA, 2017), temos um movimento que tira o *status* paradigmático do construtivismo nas pesquisas da área. Assim, publicações orientadas por lentes Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) ou Sociocultural não levariam tanto em consideração uma categoria que se fez presente em todas as revisões, a de mapeamento de concepções prévias ou espontâneas, por exemplo. Dessa forma, questionamos se a forma tradicional de se estruturar as revisões de literatura sobre o tema no Brasil não deveriam ser repensadas, sendo uma proposta olhar para os pressupostos teórico-metodológicos adotados pelos pesquisadores.

Referências

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica quântica introdutória. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, p. 29–56, 2001.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20–39, 1996.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NARDI, R. Memórias da educação em ciências no Brasil: a investigação em ensino de física. In: **II Encuentro Iberoamericano sobre Investigación Básica en Educación en Ciencias: actas [Archivo de ordenador]**. Burgos, Universidad de Burgos, 2005. p. 78-116.

NARDI, R.; GATTI, S. R. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências**, v. 6, n. 2, p. 145–168, 2004.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 23–48, 2000.

PANTOJA, G. C. F.; MOREIRA, M. A.; HERSCOVITZ, V. E. Uma revisão da literatura sobre a pesquisa em ensino de mecânica quântica no período de 1999 a 2009. **Revista Brasileira De Ensino De Ciência E Tecnologia**, v. 4, n. 3, p. 1–34, 2011.

PEREIRA, A. P. Um Panorama da Pesquisa Internacional sobre Mudança Conceitual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 215–242, 2017.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 393–420, 2009.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, p. 211–227, 1982.

ROCHA, C. R.; HERSCOVITZ, V. E.; MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura em publicações de 2010 a 2016 sobre o ensino de conceitos fundamentais de Mecânica Quântica. **LATIN - American Journal of Physics Education**, v. 12, n. 1, p. 1360-1-1306–20, 2018.

ROSA, L. F. M.; ROSA, I. G. M.; PEREIRA, A. P. Mudança conceitual: Qual é o seu papel nas pesquisas em educação em ciências no brasil atualmente? XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Anais...** Salvador: 2019.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 624–652, 2011.

VALIDAÇÃO DE ROTEIRO ESTRUTURADO PARA SUA UTILIZAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE INTERVENÇÃO NO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA

THE VALIDATION OF STRUCTURED SCRIPT USE FOR AS AN INTERVENTION INSTRUMENT IN THE PHYSICS TEACHING LABORATORY

Agamenon Pereira Xavier¹, Amanda Amantes²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais/campus Araçuaí, agapxavier@yahoo.com.br

²Universidade Federal da Bahia/Instituto de Física/amandaamantes@gmail.com

Resumo

Neste trabalho apresentamos como validamos e elaboramos um roteiro estruturado para ser utilizado como instrumento de intervenção no laboratório didático para o ensino de Pêndulo Simples no nível de Ensino Médio. O roteiro estruturado do laboratório didático compõe um dos diversos instrumentos de intervenção e coleta de dados de uma pesquisa maior. Após construção do roteiro estruturado, este foi submetido a um processo de validação por pares. Para tal validação, elaboramos um questionário que gerou dados dos quais realizamos análises estatísticas por meio do índice percentual de concordância e coeficiente kappa. Consideramos que no final do processo, obtivemos um roteiro estruturado válido para as intervenções, com finalidade de ensino, e para gerar resultados confiáveis em pesquisas futuras. Julgamos que este trabalho contribui para a comunidade de ensino de ciências, apresentando um desenho metodológico coerente para a elaboração e validação de atividades.

Palavras-chave: Metodologia; Elaboração e Validação; Roteiro Estruturado; Ensino de Física.

Abstract

In this paper we present how we validate and elaborate a structured script to be used as an intervention instrument in the didactic laboratory for the teaching of Simple Pendulum at the high school level. The didactic laboratory's structured script is among several intervention and data collection instruments from research. In order to perform our work, the structured script was submitted to a peer validation process. For such validation, we have developed a questionnaire that generated data from which we performed statistical analyzes through the percentage index of agreement and kappa coefficient. In that perspective, we understand that, at the end of the process, we have obtained a structured script valid for the teaching purposes interventions, also generate reliable results to future research. Finally, we believe that this work may contribute to the science teaching community, presenting a coherent methodological design for the elaboration and validation of activities.

Keywords: Methodology; Elaboration and validation; Script structured; Physics teaching.

Introdução

O laboratório didático, ao qual referimos neste trabalho, se difere do laboratório de pesquisa. Para Millar (2004), no laboratório de pesquisa, os pesquisadores exploram os limites do que é conhecido; já no laboratório didático ou de ensino, os estudantes tentam chegar a um acordo com o conhecimento já aceito. O laboratório tradicional ou Convencional (com roteiro estruturado) é o mais comum em todos os níveis de ensino, de tal forma que quando se fala em laboratório didático, é o primeiro que nos vem à mente (PINHO ALVES, 2000). Entre os pesquisadores da área de ensino, tem-se grande consenso em relação às características do laboratório tradicional. Para Hodson (1994), Pinho Alves (2000), Borges (2002) e Carvalho *et al* (2014), no laboratório didático tradicional os estudantes geralmente trabalham em grupos pequenos, que mesmo com uma participação ativa, a sua liberdade de ação é limitada, bem como o poder de decisão. Isto porque os estudantes acompanham a prática experimental por um texto guia ou roteiro altamente estruturado, e os passos deste roteiro levam os estudantes a um objetivo pré-determinado. De acordo com Borges (2002), o objetivo da atividade prática pode ser o de testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas aulas teóricas, descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, ver na prática o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica.

Associado ao laboratório de ensino com a utilização do roteiro estruturado, a principal temática apresentada neste trabalho é a validação de instrumentos pedagógicos. Para Pasquali (2009), esta validação é de fundamental importância, pois nos dá mais garantia se estes realmente tem potencial de atingir os nossos objetivos, se acessam o conhecimento que pretendemos, se instruem da forma como planejamos e/ou se avaliam o que planejamos. No caso de pesquisas acadêmicas com fins educacionais, o processo de validação de instrumentos, em geral nos garante maior confiabilidade no acesso ao traço que queremos investigar e nos fornece maior coerência interna aos procedimentos investigativos (AMANTES, COELHO, MARINHO, 2015).

Elaboração do Roteiro Estruturado

Para a construção da primeira versão do roteiro, baseamos em diversos roteiros de laboratório de instituições de ensino brasileiras e de roteiros disponíveis em repositórios de objetos de aprendizagem nacionais e internacionais.

Ao findar esta versão do roteiro estruturado, contendo seis procedimentos/atividades, o submetemos ao processo de validação por pares, descrito no próximo tópico. O procedimento I do roteiro estruturado relaciona o período de oscilação do Pêndulo Simples ao ângulo de abertura; o procedimento II apresenta os passos para a determinação da aceleração da gravidade local a partir de um kit experimental ou simulação computacional; o procedimento III tem como objetivo fazer com que o estudante conclua a não dependência do período e a massa do pêndulo; no procedimento IV relaciona-se o comprimento do pêndulo ao seu respectivo período; o procedimento V consiste na construção de um gráfico que

tem por objetivo fazer com que o estudante conclua que o período do Pêndulo Simples é diretamente proporcional à raiz quadrada do comprimento do fio; e por último o procedimento VI, que relaciona o conteúdo de Pêndulo Simples à conceitos de conservação da energia mecânica.

Questionário de Validação

Para julgar o roteiro de laboratório estruturado, elaboramos um questionário de validação e submetemos à apreciação de juizes, consistindo numa validação por pares. O questionário de validação apresenta o roteiro e solicita que os juizes avaliem em relação à sua adequação ao caráter tradicional (roteiro estruturado), ao objetivo que esperamos em relação a cada procedimento; além disso, deixamos espaço para comentários e/ou sugestões.

Figura 1. Fragmento do questionário de validação - Roteiro estruturado

III- Abandonando o pêndulo com o ângulo de dez graus (10°) e o comprimento de $1,5m$, preencha a tabela abaixo:

Massa (m)	$0,5kg$	$1,0kg$	$1,5kg$
Tempo de dez oscilações completas (t)	$t_1 =$	$t_1 =$	$t_1 =$
	$t_2 =$	$t_2 =$	$t_2 =$
	$t_{Médio} =$	$t_{Médio} =$	$t_{Médio} =$
Período (T) $T = \frac{t_{Médio}}{10}$	$T =$	$T =$	$T =$

A partir dos dados da tabela, o que se pode concluir da relação entre o período (T) e a massa (m)?

Das alternativas abaixo, qual você julga que mais se aproxima do objetivo dessa atividade? (marque apenas uma)	Em sua opinião, assinale a alternativa quanto a adequação da atividade ao caráter tradicional.	Comentários/sugestões
1- () – Fazer com que o aluno conclua que não há dependência entre a massa e o período no pêndulo simples. 2- () – Fazer com que o aluno investigue as causas das pequenas variações nas medidas dos períodos. 3- () – Fazer com que o aluno somente perceba se há alguma relação entre o período e a massa, sem maiores implicações.	0- () Inadequado 1- () Razoavelmente adequado 2- () Adequado	

Fonte: Elaborado pelo autor

Os juizes que aceitaram o convite em colaborar com a validação, receberam o roteiro, as orientações de como deveriam proceder, o link para ter acesso a um experimento virtual (simulação computacional)¹, bem como um quadro para apreciação, abaixo de cada procedimento. Tal quadro contém três colunas, em que

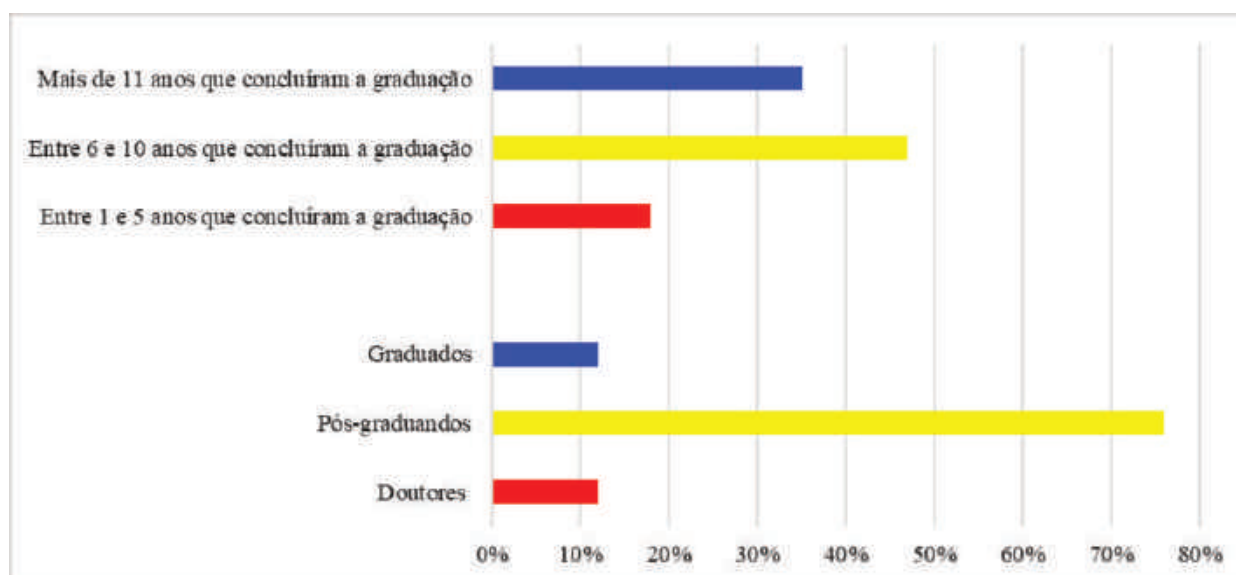
¹ O roteiro estruturado pode ser utilizado em simulações computacionais, bem como com kits experimentais de laboratório didático.

avalia quanto ao objetivo daquele procedimento, a adequação ao caráter tradicional e na terceira coluna espaço livre para comentários/sugestões. A figura 1 apresenta parte do roteiro estruturado incluso ao questionário de validação; referente ao terceiro procedimento.

Sujeitos da Pesquisa

Participaram da validação por pares 17 juízes, todos com graduação em Física, sendo 2 doutores, 2 graduados e 13 pós-graduandos (mestrandos, mestres e doutorandos). Em relação ao tempo de conclusão da graduação, tivemos que 17,6% dos juízes concluíram a graduação entre 1 e 5 anos em relação à data que participaram da pesquisa, 47% entre 6 e 10 anos de conclusão e 35,3% dos juízes haviam concluído a graduação a mais de 11 anos. Tais características dos juízes estão representadas no gráfico 1.

Gráfico 1. Perfil dos juízes - Validação do roteiro estruturado

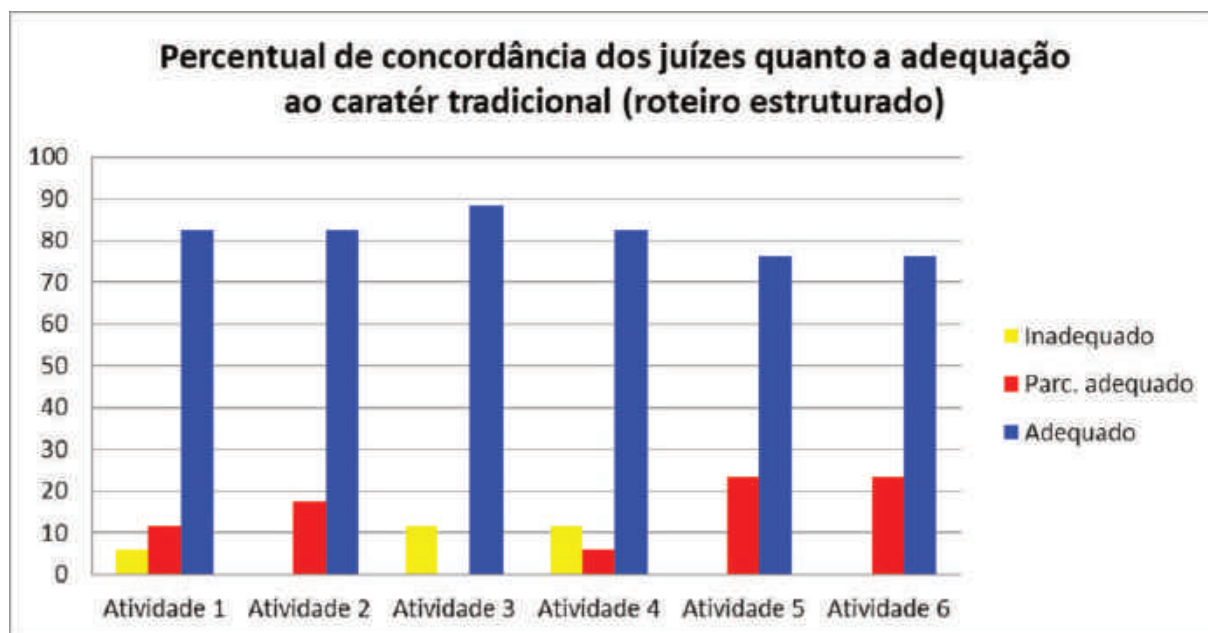


Fonte: Dados da pesquisa

Resultados e discussões

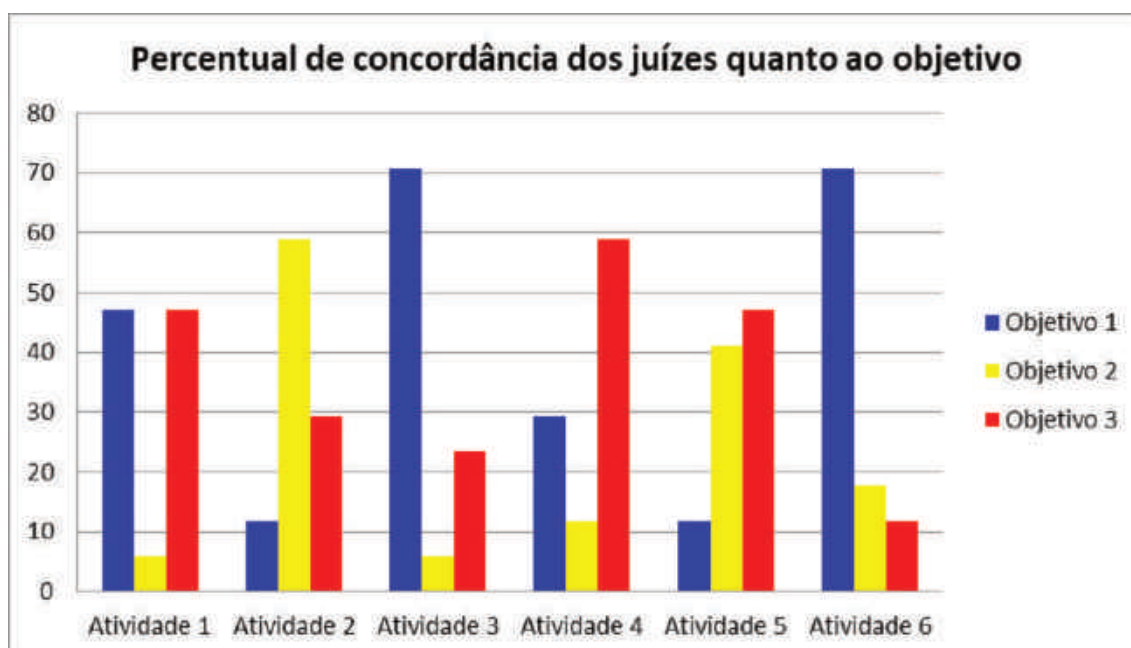
Com os dados obtidos a partir do questionário de validação, realizamos algumas análises. A primeira análise realizada foi por meio do Índice Percentual de Concordância (IPC), para a concordância dos pares em relação ao caráter tradicional (roteiro estruturado); e quanto ao objetivo de cada uma das seis atividades do roteiro. O gráfico 2 mostra o percentual de concordância dos juízes no tocante à adequação do roteiro ao caráter tradicional.

Atingimos um alto índice de concordância entre os juízes em se tratando da conformidade do roteiro ao caráter tradicional (roteiro estruturado), variando entre aproximadamente 77% e 88%. Apenas 1 juiz considerou inadequada ao caráter tradicional à atividade 1, e dois juízes (11%) em relação às atividades 3 e 4. As atividades 2, 5 e 6 não foram consideradas inadequadas por nenhum dos juízes.

Gráfico 2. Percentual de concordância entre juízes em relação ao caráter tradicional

Fonte: dados da pesquisa

O gráfico 3 apresenta o percentual de concordância dos juízes para cada uma das seis atividades/procedimentos, em relação aos objetivos que buscamos atingir com o roteiro estruturado.

Gráfico 3. Percentual de concordância entre juízes em relação ao objetivo de cada atividade

Fonte: dados da pesquisa

Houve grande dispersão da concordância para a atividade 1, sendo que aproximadamente 47% dos juízes concordaram com o objetivo 1, e o mesmo percentual com o objetivo 3. O nosso objetivo² corresponde ao terceiro, e concebemos que o primeiro objetivo está aquém do potencial da atividade. A atividade 5 também apresentou grande dispersão de concordância, porém o objetivo que esperávamos ter maior concordância obteve tal índice em cerca de 41%. Nas atividades 2 e 4 os resultados foram similares entre si, e a dispersão é menor comparados às atividades 1 e 5, de modo que aproximadamente 60% dos juízes consideraram como os mais adequados o objetivo 2 e 3 respectivamente, o que respalda nosso entendimento. As concordâncias para as atividades 3 e 6 foram bastante semelhantes e com os mais altos índices de concordância do questionário de validação. A concordância entre juízes para estas atividades foi de aproximadamente 70%, sendo também no nosso ponto de vista os objetivos que são mais apropriados para as atividades.

A tabela 1 apresenta as concordâncias entre os 17 juízes e o pesquisador, de acordo com os coeficientes kappa. As concordâncias são para a adequação das atividades ao caráter tradicional e quanto ao objetivo de cada uma das seis atividades do roteiro.

O coeficiente kappa, proposto por Cohen (1960) é o coeficiente mais utilizado quando é necessário classificar dados em categorias nominais (FONSECA, SILVA e SILVA, 2007). O coeficiente kappa é uma medida da concordância entre dois observadores ou instrumentos que classificam uma série de unidades observacionais. Landis e Koch (1977) classificam os índices kappa em seis intervalos, variando de nenhuma concordância à concordância quase perfeita, conforme quadro 1.

Quadro 1. Interpretação coeficiente kappa

Valores do kappa	Interpretação
< 0	Nenhuma concordância
0-0,19	Concordância pobre
0,20-0,39	Concordância suave
0,40-0,59	Concordância moderada
0,60-0,79	Concordância substancial
0,80-1,00	Concordância quase perfeita

Fonte: Landis e Koch (1977). Tradução nossa.

Tabela 1. Coeficiente kappa - validação por pares para atividades do roteiro estruturado

Adequação ao caráter tradicional				Quanto ao objetivo			
Juízes	C. kappa	Juízes	C. kappa	Juízes	C. kappa	Juízes	C. kappa
J.01	0,250	J.10	1,000	J.01	0,000	J.10	0,250
J.02	0,500	J.11	1,000	J.02	0,750	J.11	0,500
J.03	0,000	J.12	1,000	J.03	0,000	J.12	-0,250
J.04	0,714	J.13	1,000	J.04	0,250	J.13	0,250
J.05	0,714	J.14	1,000	J.05	0,500	J.14	0,750
J.06	1,000	J.15	0,500	J.06	1,000	J.15	0,500

² Objetivo dos autores ao elaborar tal procedimento/atividade do roteiro estruturado.

J.07	0,667	J.16	1,000	J.07	0,000	J.16	0,750
J.08	0,429	J.17	1,000	J.08	0,750	J.17	0,750
J.09	0,333			J.09	-0,500		

C. = Coeficiente

Fonte: dados da pesquisa

O caráter tradicional do roteiro também foi confirmado com elevada concordância, conforme os coeficientes kappa. Não houve discordância, apenas 17,7% apontam concordâncias pobres e suaves, 35,2% das concordâncias são consideradas moderadas e substanciais, e um percentual de 47% de concordâncias quase perfeitas. Por outro lado, mas também em consonância com o IPC, houve grande dispersão para as concordâncias quanto aos objetivos esperados em cada atividade do roteiro. A interpretação do coeficiente kappa entre nenhuma concordância, concordância pobre e concordância suave ficou em 47%, e esse mesmo percentual para concordâncias moderada e substancial. Consideramos que tal dispersão não configura em fragilidade do roteiro de atividades, já que em alguns casos o objetivo apontado pelo juiz está além do que esperamos para aquela atividade julgada.

A terceira coluna do questionário de validação destinada aos comentários e sugestões dos juízes, respaldam o caráter tradicional do roteiro estruturado. Apresentam algumas sugestões de substituição de termos utilizados e o único comentário recorrente entre os juízes consiste na sugestão de alterar a ordem de umas das seis atividades. Outro resultado importante proveniente desses dados corresponde à atividade 6, a qual é apontada como inadequada devido à necessidade de conhecimento prévio dos princípios da conservação da energia mecânica.

Considerações finais

Destacamos nesse trabalho a importância em desenhar bons materiais didáticos que atinjam os objetivos de ensino que almejamos. Usualmente o consenso sobre a adequação de determinadas ferramentas pedagógicas leva a aceitá-las sem avaliar se elas atendem ao objetivo que delineamos para cada aula. Dessa forma, nem sempre os materiais elaborados irão contribuir de forma significativa para aprendizagem pretendida; é necessário que eles sejam avaliados de acordo com parâmetros de ensino pré-estabelecidos, ou seja, passem por um processo de validação.

Nesse sentido, apresentamos aqui a validação de um roteiro estruturado para o ensino de pêndulo simples, o que nos apontou não só a coerência de seu conteúdo como também as inconsistências que deveriam ser ajustadas para que ele contemplasse os objetivos de ensino que propusemos para a pesquisa maior. Como consequência das análises realizadas, o roteiro de atividades passou por ajustes, houve alteração na ordem das atividades e exclusão da atividade 6. Consideramos que no final do processo, obtivemos um roteiro estruturado válido para as intervenções e para gerar resultados confiáveis em pesquisas futuras; e que este trabalho contribui para a comunidade de ensino de ciências, apresentando um desenho metodológico coerente para a elaboração e validação de atividades.

Agradecimentos

Agradecemos aos pares que colaboraram com os dados principais deste trabalho. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais e ao programa de bolsa para qualificação de servidores – PBQS.

Referências

- AMANTES, A.; COELHO, G. R.; MARINHO, R. A medida nas pesquisas em educação: empregando o modelo Rasch para acessar e avaliar traços latentes. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 657-684, Setembro 2015.
- BORGES, T. A. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, Dezembro 2002.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Calor e Temperatura: Um ensino por investigação**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014
- COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, n. 20, p. 37-46.
- FONSECA, R.; SILVA, ; SILVA, R. Acordo inter-juízes: O caso do coeficiente kappa. **Laboratório de Psicologia**, Lisboa, v. 5, n. 1, p. 81-90, 2007.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- LANDIS, J.; KOCH, G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, p. 159-174, 1977.
- MILLAR, R. **The role of practical work in the teaching and learning of science**. University of York. Washington, p. 24. 2004.
- PASQUALI, L. Psicometria. **Revista da escola de Enfermagem da USP**, v. 43, p. 992-999, 2009.
- PINHO ALVES, J. F. **Atividades experimentais: do método a prática construtivista. Tese de doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 312. 2000.

ENSINO DA COSMOLOGIA E SUA INSERÇÃO NA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

TEACHING COSMOLOGY AND ITS INSERTION IN RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION

Lucio A. R. Soares¹, Hamilton P. S. Corrêa²

¹UFMS/ Instituto de Física/ Licenciando do curso de Licenciatura em Física,
lucioaugusto8@gmail.com

²UFMS/ Instituto de Física/ Docente do curso de Licenciatura em Física,
hpsouares@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, realizamos um levantamento de trabalhos em periódicos Nacionais na área do Ensino de Ciências e de Física e em Teses e Dissertações depositadas no banco de dados da Capes e no Banco de Teses e Dissertações sobre Ensino de Astronomia, relacionados ao Ensino da Cosmologia no Ensino de Ciências, de Física e de Astronomia, no período de 2008 a 2019. Foi encontrado um total de 41 trabalhos, entre artigos, dissertações e teses que foram analisadas e categorizadas, tendo como referencial de análise categorial a Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Observou-se a pouca presença de trabalhos sobre o tema, principalmente voltados para a formação inicial e em exercícios dos professores. Este levantamento indica a necessidade de aumentar a produção de trabalhos sobre o Ensino da Cosmologia na área de pesquisa de Ensino em Ciências, para que mais temas científicos contemporâneos sejam tratados em nossas escolas nas aulas de ciências.

Palavras-chave: Educação em Astronomia, Expansão do Universo, Origem do Universo

Abstract

In this work, a survey of works was carried out in National journals in the area of Science and Physics Teaching and in Theses and Dissertations deposited in the Capes database and in the Bank of Theses and Dissertations on Astronomy Teaching, related to the Teaching of Cosmology in Science, Physics and Astronomy Teaching, from 2008 to 2019. A total of 41 papers were found, including articles, dissertations and theses that were analyzed and categorized, using Bardin's Content Analysis as a reference for categorical analysis (1977). There was little presence of work on the theme, mainly aimed at the initial training and exercises of teachers. This survey indicates the need to increase the production of works on the Teaching of Cosmology in the area of Science Education research, so that more contemporary scientific themes are treated in our schools in science classes.

Keywords: Astronomy Education, Expansion of the Universe, Origin of the Universe

Introdução

A introdução da Astronomia nos currículos escolares é tema abordado em muitos trabalhos científicos (Trindade e Trindade, 2007; Dias e Rita, 2008;

Bernardes, Iachel e Scalvi, 2008; Langhi, 2009; Cruz, Rocha, Machado, 2010; Gomide e Longhini, 2011; Bernardes e Reis, 2016). Esta intenção corrobora com o que apontam os diversos documentos oficiais da Educação, em destaque, no documento PCN+, no qual o aprendizado da Cosmologia ganha um protagonismo ainda maior como tema estruturador: Universo, Terra e Vida (BRASIL, 2002).

“A possibilidade de um efetivo aprendizado de Cosmologia depende do desenvolvimento da teoria da gravitação, assim como de noções sobre a constituição elementar da matéria e energética estelar. (...) Haveria, assim, também, espaço para que fossem sistematizadas ideias gerais sobre o Universo, buscando-se uma visão cosmológica atualizada.” (BRASIL, 2002).

Este cenário elege a Astronomia, para o nosso caso particular temas ligados a Cosmologia, como objeto de prestígio no Ensino de Ciências da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio). Conforme levantamento realizado no período de 2004 à 2014 por Langhi (2014), disponível em sua página eletrônica pessoal¹, por meio do acesso à Plataforma Sucupira para a consulta de periódicos nacionais e internacionais de *Qualis* A1, A2 e B1 da área de ENSINO da CAPES, aponta que no período, foram publicados um total de 32.092 títulos em todos os periódicos pesquisado, sendo apenas 57 em Educação em Astronomia.

Este levantamento revela a carência na produção de trabalhos e investigações sobre o tema, mas também revela que houve a partir do ano de 2010 um incremento considerável de publicações, quando houve um aumento de 4 artigos/ano para 11 artigos/ano, sendo que a média se mantém nesta configuração até o ano de 2014, momento em que finaliza o levantamento.

Podemos creditar esse incremento na produção de trabalhos, a partir do ano de 2010, decorrente do anúncio do ano de 2009 como o Ano Internacional da Astronomia (AIA2009) – um marco na história da Astronomia Mundial. A UNESCO endossou o ano internacional e a Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) proclamou o ano de 2009 como Ano Internacional da Astronomia, em 20 de dezembro de 2007. O AIA2009 foi um ano de celebração, para coincidir com o 400º aniversário das primeiras observações astronômicas feitas com o uso de telescópio por Galileu Galilei e da publicação do livro *Astronomia Nova* por Johannes Kepler, no ano de 1609. Foi uma celebração global da astronomia e suas contribuições para a sociedade e a cultura

Como legado do AIA2009, várias ações realizadas no ano comemorativo se perpetuaram ao longo desta década (2010 – 2019), incluindo as contribuições geradas no âmbito da Educação em Astronomia. Porém, a inserção da astronomia em disciplinas de Ciências e Física ainda é um objetivo a se cumprir na Educação Básica. Afirmam Pedrochi e Neves (2005 apud BECKERS et al. 2014, p. 129) que o ensino do tema Astronomia no ensino regular, é um grande desafio, pois:

(...) o ensino de Astronomia encontra-se deixado de lado nos currículos de ciências e, quando trabalhado em sala de aula, não valoriza o cotidiano dos alunos e não transpõe as abstrações dos fenômenos celestes. O ensino de Astronomia está pautado na exposição de conteúdos e na linguagem audiovisual. Nesse sentido, tal tarefa necessita de intervenções

¹ Informação obtida através do professor Langhi endereço <https://sites.google.com/site/proflanghi/> (acesso em outubro de 2019).

que aguce a curiosidade dos alunos e, sobretudo, tornem o fenômeno astronômico palpável, transpondo as abstrações dos alunos.

Segundo Deustua et al. (2010) e Peixoto e Kleinke (2016), de forma geral, os documentos oficiais sugerem um ensino de Astronomia centrada em conteúdos que remete a um ensino relacionado a aspectos anteriores ao século XX, pautado na observação de astros e suas movimentações na esfera celeste, em detrimento a uma abordagem de uma astronomia mais contemporânea. Deustua et al. (2010) afirmam que a Educação em Astronomia deve assumir um novo protagonismo, uma área de conhecimento que promova uma interface entre a Astrofísica Moderna, Educação, Psicologia e Ciências Cognitivas. Segundo os autores, a pesquisa em educação em astronomia:

(...) não é sobre como ministrar palestras em sala de aula com entusiasmo, nem sobre fornecer palestras públicas memoráveis sobre as maravilhas da astrofísica, nem mostrar lindas imagens de objetos astrofísicos, nem encorajar cientistas a visitarem escolas ou escreverem lindos livros didáticos. Em sua essência, a pesquisa em educação astronômica trata de investigar e compreender rigorosamente como as pessoas aprendem conceitos astrofísicos e como desenvolver e fornecer recursos que ajudem os alunos a aprender e os professores ensinarem. (DEUSTUA et al, 2010)

Pasachoff (2002) corrobora com esta visão ao estabelecer que discentes do Ensino Superior, ao participarem de cursos introdutórios de astronomia, sabem de alguma forma os significados de alguns fenômenos astronômicos clássicos, tais como as fases da Lua e as estações do ano. “É suficiente uma abordagem introdutória da astronomia?”, “É suficiente para fazer sentido o seu ensino?”, Pasachoff problematiza:

Às vezes, menos é mais, pois não devemos sobrecarregar o curso (introdutório de astronomia). Mas às vezes menos é menos. Se os estudantes saírem apenas com processos, e tópicos aborrecidos cujas explicações eram conhecidas há centenas ou milhares de anos, estamos perdendo seu lugar na alfabetização científica e perdendo nossa chance de ajudá-los a apreciar como é maravilhoso continuar trabalhando para entender o Universo astronômico. (PASACHOFF, 2002)

Em nossa pesquisa, assim como Pasachoff (1990, 2002) e Deustua et al. (2010), acreditamos que a Educação em Astronomia deve incorporar aspectos contemporâneos no seu ensino. Não é razoável, nos atermos apenas em uma abordagem de temas clássicos da Astronomia, como as Leis de Kepler e a Gravitação de Newton, sem incluirmos nos estudos concepções contemporâneas, como a Cosmologia (Evolução do Universo) e o Big Bang (Origem do Universo). O estudo da Astronomia vai além de sua utilização nas grandes navegações, nos séculos XVI e XVII, e do avanço das observações telescópicas, realizadas nos séculos XVIII e XIX. A Educação em Astronomia deve incluir os novos conhecimentos que vão das concepções sobre a origem e evolução do universo até a detecção de possíveis ambientes propícios ao surgimento e à manutenção da vida fora da Terra.

Dentro desta perspectiva, o presente trabalho busca identificar como temas ligados à Cosmologia têm sido abordados pelos pesquisadores da área de Educação em Ciências, por meio do levantamento das produções bibliográficas,

presente em periódicos e em bancos de teses e dissertações (nacionais), produzidas no período de 2008 a 2019. Este levantamento permite refletir sobre os rumos das pesquisas na área e, desta forma, indicar alternativas para novos trabalhos, ou diferenciar nosso olhar para os resultados consolidados.

Metodologia de Pesquisa

Para a realização do trabalho, foi feita um levantamento de publicações em periódicos nacionais, teses e dissertações na área de Educação em Astronomia. Como palavras-chave foram utilizadas: “Cosmologia”, “Big Bang”, “Origem do Universo”, “Expansão do Universo”, “Educação em Astronomia”; em busca única com uma palavra-chave e, cruzadas, com mais que uma. Foram feitas procuras por títulos e complementadas pela análise dos resumos, para ampliar ao máximo o número de publicações contempladas. O levantamento levou em consideração as publicações realizadas no período entre 2008 e o primeiro semestre de 2019.

Para a escolha das publicações em periódicos nacionais, foi realizado um levantamento em vinte revistas eletrônicas brasileiras na área de Educação em Ciências e Educação em Astronomia, em suas versões online. Como critério de seleção, foram utilizados periódicos listados por Langhi (2014) e usados em análise publicada pelo autor, sobre o levantamento de publicações em tema de Astronomia no período de 2004 a 2014.

Essa adoção permitiu orientar a pesquisa em periódicos, tendo os mesmos critérios adotados por pesquisador de referência na área. Langhi, em seu levantamento, selecionou periódico com Qualis² mínimo B1. Para analisar as publicações, optou-se pela técnica Análise de Conteúdo Categorical em três fases, conforme sugere Bardin (1977): 1) Pré-Análise, 2) Exploração do Material e 3) Tratamento dos Resultados.

Na primeira fase, pré-análise, foi sistematizado as ideias iniciais colocadas pelo quadro referencial teórico e estabelecido indicadores para a interpretação das informações nas publicações exploradas. A fase compreende em uma leitura geral dos trabalhos selecionados no levantamento bibliográfico, conforme mencionado anteriormente.

Após, na segunda fase, os trabalhos selecionados foram analisados a fim de verificar se os mesmos se adéquam à proposta da presente pesquisa. De acordo com os resumos das publicações foram observadas as propostas dos autores e, em caso de dificuldade em compreender a sua natureza, foi realizado a leitura completa dos artigos. Para as teses e dissertações foi lido o resumo e, quando necessário, partes do trabalho foram analisadas (priorizando a Introdução e Conclusão).

E, por fim, na terceira fase, a partir da leitura e posterior análise, sete categorias emergiram: i. Método e Estratégia de Ensino, ii. Formação de Professores, iii. Recursos Didáticos, iv. Concepções de Alunos, v. Concepções de Professores, vi. Formação de Conceitos e vii. Ensino em Espaço não formal. Por fim, realizou-se o tratamento de dados: inferência, interpretação e tabulação; a partir da organização dos dados, buscou-se explicitar os significados contidos nas diferentes categorias selecionadas.

² Em nosso caso, adotamos a classificação de referência *Qualis* do ano de 2017 e 2018.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta o levantamento bibliográfico realizado em trabalhos publicados em periódicos nacionais na área. A quantidade de produção de publicações localizadas e analisadas apresentou um número reduzido de trabalhos. Em apenas seis revistas foram encontrados artigos que tratam de temas de Cosmologia ligados ao ensino, com um total de 17 (dezesete) artigos no período de 10 (dez) anos.

Tabela 1 - Quantidade de Artigos por periódico.

Nº	Revistas	Quant.	Autores
1	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	5	<ul style="list-style-type: none"> • OLIVEIRA FILHO, K. S. (2010); • SODRÉ JR, L. (2010); • WUENSCHÉ, C. A.; VILLELA, T.; TELLO, C.; FERREIRA, I. S. (2010); • GUTTMANN, G. A. M.; BRAGA, M. (2015); • BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. (2018).
2	Experiência em Ensino de Ciência	1	<ul style="list-style-type: none"> • FILGUEIRA, S. S., SOARES, M. H. F. B. (2015).
3	Física na Escola	2	<ul style="list-style-type: none"> • MEDEIROS, A., AGRA, J. T. N. (2010); • VANZELLA, D. A. T. (2016).
4	Revista Brasileira de Ensino de Física	5	<ul style="list-style-type: none"> • FRÓES, A. L. D. (2014); • BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. (2017); • LIMA, J. A. S.; SANTOS, R. C. (2018); • VIEIRA, F.; MACHAIEIE, D.; FORNAZIER K.; CORAZZA, L.; CASTRO, M.; VILAS-BOAS, J. W.; CECATTO, J. R.; WUENSCHÉ, C. A. (2018); • ROCHA, V. R. P.; TORT, A. C. (2019).
5	Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia	4	<ul style="list-style-type: none"> • LONGHINI, M. D. (2009); • HENRIQUE, A. B.; ANDRADE, V. F. P.; L'ASTORINA, B. (2010); • ARTHURY, L. H. M.; PEDUZZI, L. O. Q (2015); • AGUIAR, R. R.; HOSOUME, Y. (2018).
Total		17	

A Tabela 2 apresenta a distribuição de vinte e quatro dissertações de mestrado e apenas uma tese de doutorado. Todos os trabalhos encontrados estão nos Bancos de Teses e Dissertações da CAPES e de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia. Verifica-se que dos 24 trabalhos selecionados, 13 foram produzidos em programas de pós-graduação pertencentes a Instituições de Ensino Superior localizadas na região Sudeste do país. Este protagonismo em abordar o tema nestes programas pode estar ligado a tradição em produzir trabalhos de pesquisa em Astronomia e Astrofísica nas universidades presentes nesta região.

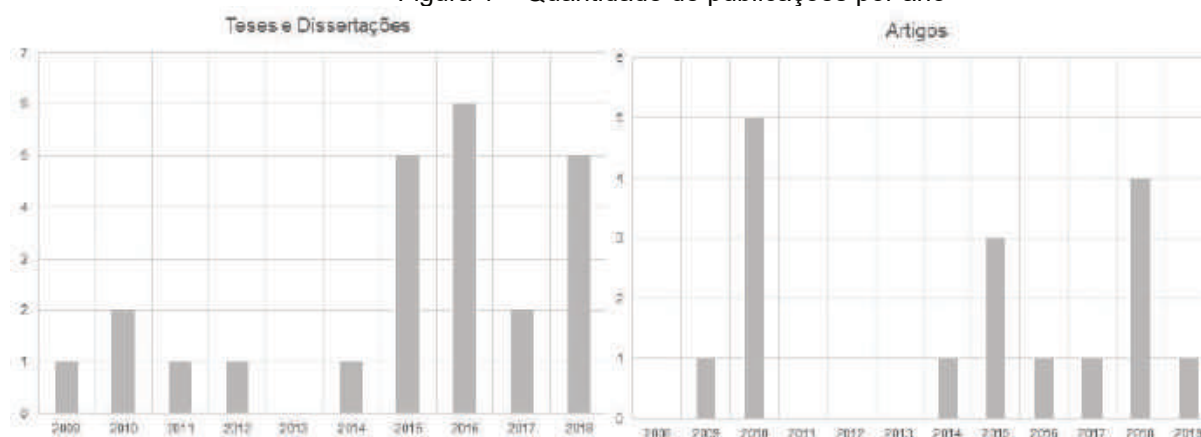
Tabela 2 – Distribuição de Teses e Dissertações

Ano	Autor	Trabalho em Programa de Pós-graduação
2009	ARTHURY, Luiz Henrique Martins	Mestrado em Educ. Científica e Tecnológica/UFSC
2010	AGUIAR, Ricardo Rechi	Mestrado em Ens. de Ciências (Fís. Quí. Bio.)/USP
	FARINHA, Roberto Pereira	Mestrado em Ens. de Ciências/UNICSUL
2011	HENRIQUE, Alexandre Bagdonas	Mestrado em Ens. de Ciências (Fís. Quí. Bio.)/USP
2012	JARDIM, Wagner Tadeu	Mestrado em Ens. de Ciências e Matem./CEFET/RJ
2014	PEDROSA, Luis Adriano	Mestrado Profis. em Ens. de Ciências e Matem./PUCMG
2015	ROSA, Reginaldo Guimarães	Mestrado em Educ. em Ciências e Matemática/UFG
	NASCIMENTO, Jociene Oliveira Vitoria	Mestrado Profis. em Astronomia/UEFS

	HENRIQUE, Alexandre Bagdonas	Doutorado em Ens. de Ciências (Fís. Quí. Bio.)/USP
	GARCIA, Danylo Semim	Mestrado Profis. em Ensino de Ciência/UFMS
	SANTOS, Rogério Aparecido dos	Mestrado Profis. em Ensino de Física (PROFIS)/UFF
2016	DUARTE, Lucas Porto Alegre de Almeida	Mestrado Profis. em Ensino de Física/UFRJ
	CARAPIÁ, Lopes Dilton	Mestrado Profis. em Ens. de Física (PROFIS)/UEFS
	FRANCA, Samantha Philigret Santos da	Mestrado Profis. em Ens. de Física (PROFIS)/UFRJ
	OLIVEIRA, Ismerindo Laube de	Mestrado Profis. em Ens. de Física (PROFIS)/UFABC
	SERAFIN, Ádila Motta Leite	Mestrado em Ens. de Ciências Naturais e Matem./UFES
	MARTINS, Milene Rodrigues	Mestrado em Educação para Ciência e a Matem./UEM
2017	MESQUITA, Antônia Iara dos Santos	Mestrado em Ens. de Ciências e Matem./IFCE
	LEMON, Júlio	Mestrado em Ens. de Astronomia/IAG/USP
2018	ROCHA, Vinicius Rafael Peçanha da	Mestrado Profis. em Ens. de Física (PROFIS)/UFRJ
	SEABRA, Maria Emilia Faria	Mestrado Profis. em Ens. de Física (PROFIS)/UFL
	MENDONÇA, Marcos de Oliveira	Mestrado Profis. em Ens. de Física (PROFIS)/UnB
	BEZERRA, Jônatas Costa	Mestrado Profis. em Ens. de Física (PROFIS)/UEP
	PREDIGER, Thaisa Laiara	Mestrado em Educ. em Ciências e Matem./PUCRS

Os diagramas presentes na Figura 1 apresentam a quantidade de artigos, teses e dissertações publicadas em cada ano, no período de 2008 a 2019. O que permite visualizarmos a quantidade de trabalhos produzidos em cada ano.

Figura 1 – Quantidade de publicações por ano



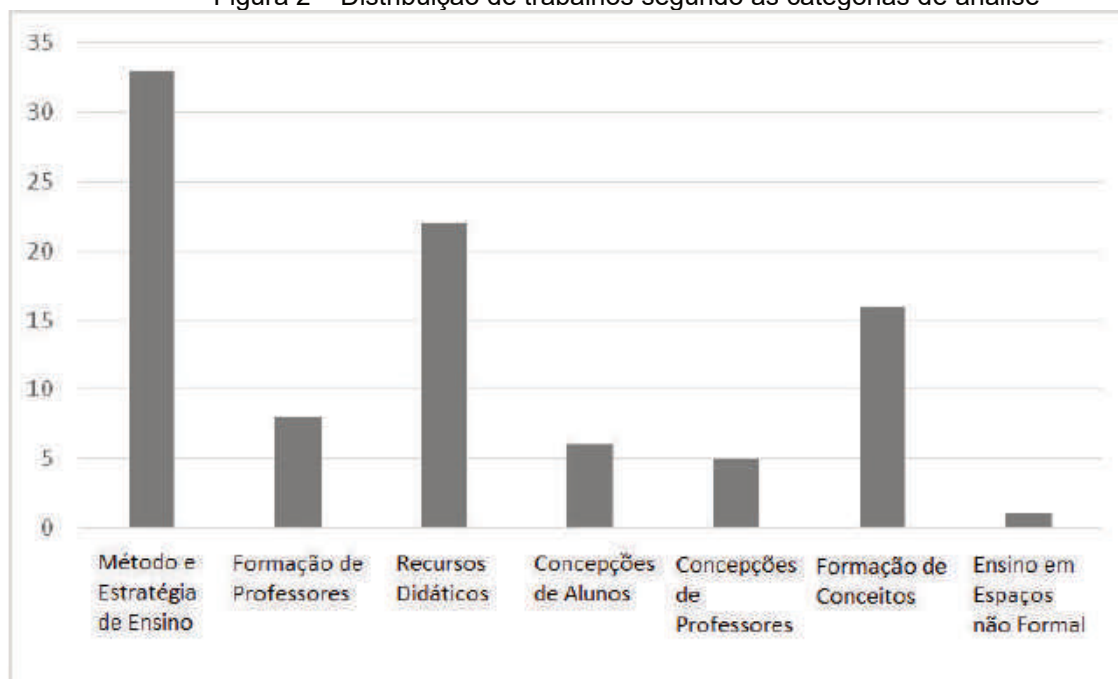
Observa-se nos diagramas que o ano de 2010 foi o que houve maior número de artigos publicados. Acreditamos que esse maior número é reflexo do Ano Internacional da Astronomia em 2009 e isso se confirma na leitura dos trabalhos analisados, com frequência o evento de 2009 é citado nos trabalhos.

Para a análise, foram consideradas sete categorias, onde as categorias que surgiram do processo de análise: i. Método e Estratégia de Ensino apresenta o conhecimento de cosmologia difundido por meio de métodos e técnicas de ensino aprendizagem; ii. Formação de Professores aborda os conhecimentos de Cosmologia na formação inicial e continuada; iii. Recursos Didáticos, apresenta trabalhos que propõem o desenvolvimento de um material para auxiliar o ensino do tema; iv. Concepções de Alunos relaciona trabalhos que ressaltam o que os alunos da Educação Básica sabem sobre Cosmologia, bem como suas concepções; v. Concepções de Professores trata-se de trabalhos cuja a finalidade é observar as concepções dos professores e como transmitem os conteúdos de Cosmologia;

vi. Formação de Conceitos identifica os trabalhos que analisam o aprendizado de conceitos cosmológicos levantados em avaliações, tarefas e entrevistas; e
vii. Ensino em Espaço não Formal apresenta trabalhos desenvolvidos fora do espaço regular da escola, ou seja, em ambiente não formal.

A Figura 2 apresenta um diagrama dividido nas categorias identificadas na leitura dos 41 trabalhos levantados em toda a pesquisa. Cabe ressaltar que a soma total de trabalhos apresentados em categorias não é igual ao total levantado, pois alguns trabalhos se apresentam em mais de uma categoria.

Figura 2 – Distribuição de trabalhos segundo as categorias de análise



A distribuição aponta para a predominância na produção de pesquisas destinadas a trabalhos que abordam Método e Estratégia de Ensino e em segundo, a produção de materiais didáticos, conforme indica a barra de distribuição da categoria Recursos Didáticos. Verifica-se que trabalhos destinados a desenvolver Ensino em Espaço não Formal está quase que completamente ausente, pois verificamos a presença de apenas 1 (um) trabalho.

Considerações Finais

O levantamento indicou que há 41 trabalhos relacionados à temática proposta, dentro do período analisado de pouco mais de dez anos. Porém, verifica-se que até a data deste levantamento, o número de trabalhos, quando comparados com Educação em Astronomia, é reduzido.

Observamos que a presença do tema Cosmologia na formação dos professores, no ambiente regular das escolas e em trabalhos de divulgação científica é limitado. Há uma carência de trabalhos que auxiliem os professores a realizarem, no exercício de sua docência, o ensino da Cosmologia, principalmente, em sua formação inicial. Pode-se concluir que, mais estudos referentes à temática são necessários, para contribuir para a melhoria da Educação em Astronomia e, conseqüentemente, para o ensino da Cosmologia.

Referências

- BERNARDES, T. O.; IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F. Metodologia para o ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 1, p. 103-117, abr. 2008.
- BERNARDES, A. O. REIS, J. C.O. Astronomia no Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Educação Pública*. 2016. Disponível em: <http://educacaopublica.cederj.edu.br/revista/artigos/astro-nomia-no-curriculo-minimo-do-estado-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 16/07/2018.
- BECKERS, I. E. PEREIRA, J.L.C. TROGELLO, A.G. O processo de ensino-aprendizagem de Ciências em turmas com alunos deficientes visuais: percepções de professores. *Revista Educação Especial*, Santa Maria v. 27 | n. 48 | p. 127-140 | jan./abr. 2014.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- _____. MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- _____. MEC. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Vol. 2. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- CRUZ, Christiane Gioppo Marques; KUCERA, Lia; ROCHA, Ronaldo Gazal; MACHADO, Roseli; BARRA, Vilma Maria Marcassa. *Metodologia do Ensino das Ciências Naturais*. Curitiba: Iesde Brasil, 2010.
- DEUSTUA, S.; NOEL-STORR, J.; FOSTER, T. Support of Astronomy Education Research. In: *Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey*, 2010.
- DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 6, p. 55-65, 2008.
- GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Análise da presença de conteúdos de astronomia em uma década do exame nacional do ensino médio (1998-2008). *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 11, p.31-43, 2011.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não-formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 4, p. 4402-1-4402-11, 2009.
- PASACHOFF, J. M. Astronomy in American textbooks. In: *Proceedings of the 150th colloquium of the International Astronomical Union, Williamstown, Massachusetts, The Teaching of Astronomy*, 1988. Cambridge, UK, p. 201 – 205, 1990.
- PASACHOFF, J. M. What Should Students LEarn? Phases and Seasons? Is Less More or Is Less Less? In: *Astronomy Education Review*, Vol. 1, n. 1, p. 124 – 130, Abr. 2002.
- PEIXOTO, D. E., KLEINKE, M. U. Expectativas de Estudantes sobre a astronomia no Ensino Médio. In: *Revista latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, n. 22, p. 21-34, 2016.
- TRINDADE, Laís dos Santos Pinto; TRINDADE, Diamantino Fernandes. *Os Caminhos da Ciência e os Caminhos da Educação: Ciência, história e educação na sala de aula*. São Paulo: Madras, 2007.

A Análise do Discurso e o Ensino de Física: um levantamento bibliográfico de 2002 à 2019

Discourse Analysis and Physics Teaching: a literature review (2002 to 2019)

Pedro Henrique Forgane Franco¹, Glauco S F da Silva², João Paulo Fernandes³

¹ CEFET/RJ -Campus Petrópolis/Licenciatura em Física (PIBIC) /
pedro.forgane1@gmail.com

² CEFET/RJ -Campus Petrópolis/ Licenciatura em Física/ Programa de Pós-graduação em
Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE)/ glauco.silva@cefet-rj

³ CEFET/RJ -Campus Petrópolis/ Licenciatura em Física / jpaulof2001@yahoo.com.br

Resumo

Apresentamos no presente trabalho um levantamento bibliográfico em periódicos da área de ensino de ciências sobre a Análise do Discurso, no período de 2002 à 2019. Nosso objetivo, em um primeiro momento, é mapear quantitativamente a produção como um todo, indicando o número total de artigos publicados ao longo do nosso recorte temporal e em um segundo momento discutir qualitativamente como pesquisadores da área de ensino tem trabalhado com a Análise do Discurso. A análise de conteúdo proposta por Bardin (2011) nos auxiliou a construir e desenvolver, metodologicamente, a presente análise. Percebemos que a Análise do Discurso é utilizada como um meio de classificar e interpretar o discurso, identificando indícios da realidade fora da linguagem e destacando que tais referenciais não analisam somente discursos linguísticos produzidos, mas também aspectos relacionados a atitudes e gestos dos sujeitos após uma interação. Nos artigos do Ensino de Física que foram analisados foi possível perceber, em sua maioria, uma filiação teórica baseada nos estudos de Michel Pêcheux e Dominic Maingueneau o que nos faz inferir que tais pesquisas adotam a Análise do Discurso numa perspectiva francesa.

Palavras-chave: Levantamento bibliográfico, Ensino de Física, Discurso Análise do discurso.

Abstract

In this paper, we present a literature review of Brazilian science education journals in the area of about "Discourse Analysis" for the period of 2002 to 2019. Our objective, at first, is to quantitatively map the production as a whole, indicating the total number of papers published throughout our time frame and at second moment we aim to discuss qualitatively as researchers in the field of science teaching. The content analysis proposed by Bardin (2011) framed our methodology and analysis. We realize that Discourse Analysis is used as means of classifying and interpreting the discourse, identifying evidence of reality outside of language and highlighting that such references do not only analyze linguistic discourses produced, but also aspects related to subjects' attitudes and gestures after an interaction. In the analyzed Physics Education papers, it was possible to perceive, for the most part, a theoretical

affiliation based on the studies by Michel Pêcheux and Dominic Maingueneau which makes us infer that such research adopts Discourse Analysis from a French perspective.

Keywords: Literature Review, physics education, Discourse Analysis.

Introdução

Apresentamos no presente trabalho um levantamento bibliográfico em periódicos da área de ensino de ciências sobre a temática “Análise do discurso” no período de 2002 à 2019. Nosso objetivo, em um primeiro momento, é mapear quantitativamente a produção como um todo, indicando o número total de artigos publicados ao longo do nosso recorte temporal e em um segundo momento discutir qualitativamente como pesquisadores da área de Ensino de Física têm se apropriado da Análise do Discurso em suas pesquisas.

Reforçamos que o presente trabalho não pretende esgotar as discussões sobre o tema e sim apresentar uma discussão inicial sobre tal abordagem no contexto do ensino de física e posteriormente ampliar, a nível temporal e internacional, o levantamento aqui apresentado. Salientamos que o presente recorte nos fornecerá a possibilidade de inferir sobre os caminhos que tal discussão tem tomado no campo acadêmico à nível nacional.

A seleção dos periódicos levou em conta a relevância destes para o ensino de Ciências (FERNANDES e GOUVÊA, 2018). O levantamento foi realizado em periódicos classificados no *web* Qualis na área de ensino no período delimitado conforme afirmado anteriormente, assim, não estamos utilizando a nova classificação do Qualis da CAPES. Nosso objetivo, em um primeiro momento, é mapear quantitativamente a produção como um todo, indicando o número total de artigos publicados ao longo do nosso recorte temporal.

A partir de discussões e trabalhos levantados sobre o uso da Análise do Discurso no ensino de ciências, como uma ferramenta de um estudo investigativo, sobre o diálogo presente em diversos contextos na educação, seja entre a relação professor-aluno, aluno-aluno ou entre professores, podem ser identificadas e discutidas diferentes percepções em um contexto.

A análise do discurso: uma breve discussão

A Análise de Discurso é uma abordagem teórico-metodológica para o estudo da linguagem nas sociedades contemporâneas que tem atraído cada vez mais pesquisadores, não só da Linguística Crítica, seu campo de origem, mas também das Ciências Sociais e mais atualmente no ensino de Ciências (RESENDE e RAMALHO, 2006). O discurso como prática política estabelece, mantém e transforma as relações de poder e as entidades coletivas (classes, blocos, comunidades, grupos) entre as quais existem relações de poder. O discurso como prática ideológica constitui, naturaliza, mantém e transforma os significados do mundo de posições diversas nas relações de poder (FAIRCLOUGH, 2001).

Os estudos do discurso podem ser direcionados para duas vertentes que são as críticas e as não- críticas. Tais vertentes se distinguem, respectivamente, por possuírem ou não, uma abordagem social para a compreensão do discurso.

Segundo Magalhães (2005), o termo “Análise de Discurso Crítica” foi criado pelo linguista britânico Norman Fairclough da Universidade de Lancaster no ano de 1985 e em termos de filiação disciplinar, pode-se afirmar que a ACD confere continuidade aos estudos convencionalmente referidos como Linguística Crítica, desenvolvidos na década de 1970, na Universidade de East Anglia, na Inglaterra. Estas duas vertentes da Análise de Discurso, historicamente pertencem a ramos distintos do estudo da linguagem

Segundo Maingueneau (2008) a análise do discurso é vista como um conjunto de métodos qualitativos que é caracterizada como uma caixa de ferramentas das ciências humanas e sociais. Esse instrumento de análise é utilizado como um meio de classificar e interpretar o discurso como os quais oferece indícios da realidade fora da linguagem. Esse procedimento se atenta na percepção não somente dos discursos linguísticos utilizados, mas de outros métodos qualitativos, como por exemplo atitudes e gestos de alunos após uma explicação de um professor em sala de aula. O mesmo procedimento pode trazer para o pesquisador uma interpretação se aquela didática ou aquela postura de fala foi compreensível e favorável para aquela comunidade escolar.

Pensamos que o contexto educacional se constitui também como um espaço de prática política e ideológica em que as relações de poder estão constantemente postas na interação entre professor – aluno, professor – escola e professor – estado. Neste sentido o aprofundamento destes conceitos é fundamental para o entendimento de tais relações postas no contexto escolar em que estão inseridos professores e alunos, nossos interesses de estudo.

É importante destacar que toda e qualquer prática social possui uma série de orientações – econômica, política, cultural, ideológica- e o discurso pode estar implicado em todas elas sem que possa ser reduzida qualquer orientação discursiva e no contexto educacional isso não é diferente.

Metodologia

Este trabalho tem como fundamento investigar como a Análise do Discurso vem sendo abordada nos trabalhos desenvolvidos em periódicos de Ensino de Ciências entre os anos de 2002 a 2019. No Quadro 1 podemos observar os títulos que foram selecionados para o levantamento. Esta seleção levou em consideração periódicos legitimados pela comunidade de pesquisadores em Ensino de Ciências no contexto educacional brasileiro, sendo estes, os que possuem melhor classificação, ao considerarmos periódicos nacionais, no portal *web* Qualis na área de ensino. No Quadro 1 podemos observar os periódicos selecionados neste levantamento e sua classificação junto à CAPES.

É importante destacar que os periódicos selecionados possuem acesso na rede mundial de computadores, tornando o material que utilizamos para este levantamento de acesso livre.

Com a seleção da base de dados concluída, iniciamos a busca de artigos que estavam vinculados com o nosso interesse de pesquisa e que descrevemos inicialmente. Esta seleção consistiu na leitura dos títulos, palavras-chave e resumos, considerando alguns descritores que possibilitassem indicar que um determinado artigo ou trabalho desenvolveu a temática “Análise do Discurso”. Estes descritores

são expressões como Análise do Discurso, Análise Crítica do Discurso, Análise do Discurso Crítica e as siglas AD, ACD, ADC.

Com a seleção dos respectivos artigos, os mesmos foram agrupados e identificados em uma tabela que contém o título, ano de publicação e suas áreas de atuação tais como Ensino de Física, Química, Ciências, Formação de professores, Educação Matemática, Biologia, espaços não formais de ensino entre outros.

Quadro 1 – Periódicos e suas classificações

Periódico	Classificação Qualis – Ensino
Ciência e Educação – UNESP (C&E)	A1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Ensaio – UFMG	A1
IENCI – UFRGS	A2
Ciência & Ensino (C&E)	B1
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)	A1
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)	A2

Fonte: Portal Web Qualis- CAPES

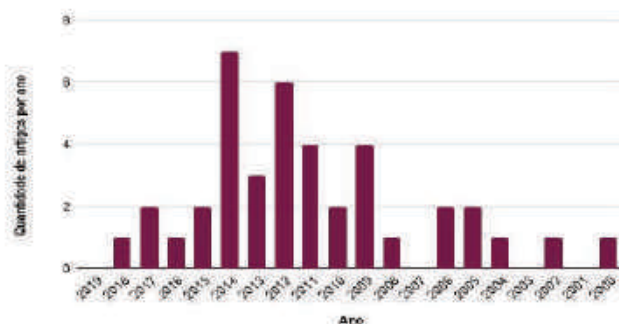
Neste levantamento bibliográfico nosso principal objetivo é descrever quantitativamente e qualitativamente a produção científica em pesquisas no contexto do Ensino de Física que estão baseadas teoricamente na Análise do Discurso. Neste sentido, a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011) nos auxiliou a construir e desenvolver, metodologicamente, a presente análise

No plano metodológico a análise de conteúdo se divide entre uma abordagem quantitativa e uma abordagem qualitativa. Na análise quantitativa, presente na primeira etapa do nosso estudo, o que serve de informação para a descrição dos nossos resultados é a frequência com que surgem certas características do conteúdo. Na análise qualitativa é a presença ou a ausência de uma característica de conteúdo ou de um conjunto de características num determinado fragmento que é tomado em consideração (BARDIN, 2011) e é neste momento que discutiremos como pesquisadores na área de Ensino de Física estão se apropriando do referencial baseado na Análise do discurso para desenvolver suas pesquisas.

Análise Quantitativa

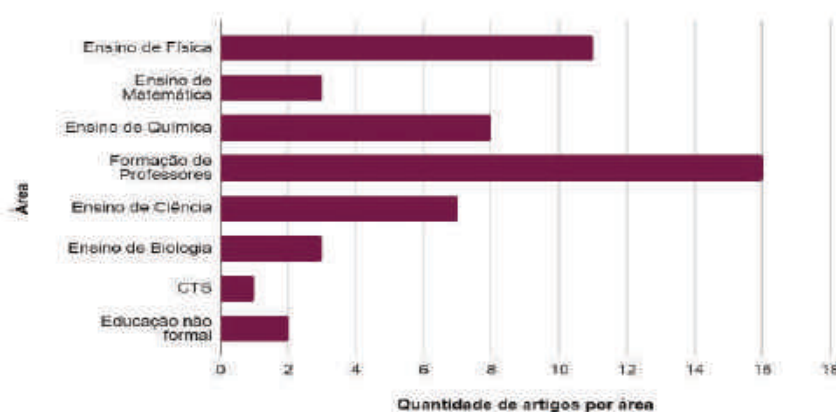
Com o levantamento realizado nos periódicos selecionados a partir dos descritores apontados na metodologia, foi desenvolvida uma tabela envolvendo 40 artigos relacionados à Análise do Discurso. O gráfico 1 aponta a distribuição quantitativa ao longo do recorte temporal e que citam a Análise do Discurso como um referencial utilizado nas análises propostas pelos autores(as). Neste gráfico é possível observar que a maior concentração de publicações se deu entre os anos de 2009 e 2014.

Gráfico 1 – Distribuição de artigos por ano (todos os periódicos)



O Gráfico 2 apresenta a distribuição por área e para classificar os artigos, foi realizada a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave observando as seguintes áreas de concentração: Ensino de Física, Ensino de Matemática, Ensino de Química, Formação de Professores, Ensino de Ciências, Ensino de Biologia e Educação em espaços não formais de ensino.

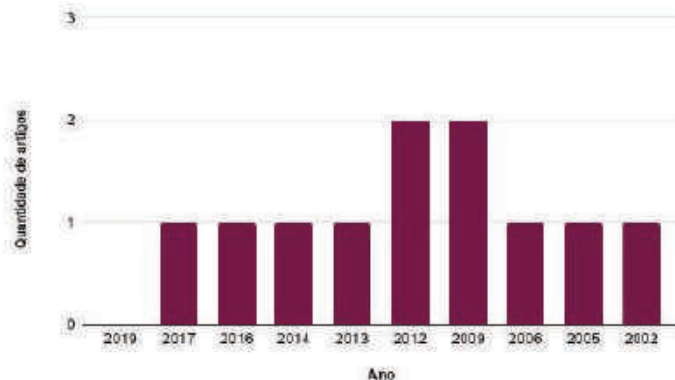
Gráfico 2 – Distribuição de artigos por área



Foi possível observar que grande parte dos artigos selecionados foram classificados como de Ensino de Física e Formação de professores representando aproximadamente metade dos artigos quando comparado com o total de artigos que possuíam alguma filiação a Análise do Discurso

Tendo em vista a próxima etapa deste trabalho, por meio do gráfico 3, destacamos o quantitativo de artigos filiados a Análise do Discurso no contexto da área de ensino de física. Podemos observar uma distribuição uniforme ao longo do período analisado com uma média de um artigo publicado por ano analisado.

Gráfico 3 – Distribuição de artigos no Ensino de Física



Análise Qualitativa

Após o levantamento foi observado uma quantidade de 11 artigos na área de Ensino de Física, porém dessa seleção apenas 8 artigos se tratavam da área desejada utilizando a Análise do Discurso como metodologia. Com isso, foram filtrados apenas 8 artigos de tal área a fim de ser feita uma análise mais profunda e investigadora, analisando como o tema tem sido trabalhado em tais meios de divulgação científica.

Pagliari e Almeida (2016) realizam uma discussão sobre o ensino de ciências buscando trabalhar uma formação científica mais ampla, investigando alternativas de como trabalhar a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio a partir de leituras de textos científicos. Utilizando o apoio teórico-metodológico embasado na Análise do Discurso tendo como principal referencial Michel Pêcheux os autores realizam um estudo investigativo a partir de um pequeno questionário respondido por alunos com o objetivo de realizar comparações de uma aula tradicional com a nova proposta de aula trabalhada e proposta pelos autores, além de investigar os possíveis impactos do surgimento de uma informalidade pela mudança de didática em sala, entre outras percepções destacadas a partir do discurso dos alunos transcritos.

No trabalho de Hygino, Moura e Linhares (2014) é realizado um estudo sobre a formação inicial docente discutindo a necessidade de uma mudança no processo formativo de futuros profissionais da educação no contexto do Ensino de Física. Neste trabalho foi utilizado a video-análise como coleta de dados a fim de observar a postura do licenciando, trabalhando com as questões de sua prática pedagógica. A utilização da Análise do Discurso na vertente francesa, a partir das leituras de Dominic Maingueneau, onde para o autor, o discurso é um ambiente em que língua e ideologia se relacionam, de tal maneira que não há discurso sem um sujeito e nem sujeito sem ideologia, ou seja, um dizer está sempre associado a outros dizeres relacionados. Durante uma atividade prática de um licenciando numa aula de física foi observado a partir de seu discurso transcrito uma postura didática profissional caracterizando a identidade de professor que ele tenta construir na sua formação inicial, analisando assim os diferentes discursos produzidos em sala.

Cortela e Nardi (2013) investigaram quais são os fatores limitantes a serem superados por um programa de formação inicial de professores de Física com vistas a atingir o perfil identitário de curso proposto em seu Projeto Pedagógico de Curso (PPC). Os dados foram coletados a partir de documentos oficiais, de notas de

campo recolhidas durante as reuniões entre docentes e de entrevistas realizadas com uma amostra de sujeitos pertencentes ao corpo docente do curso. Os autores buscaram evidenciar as intencionalidades detectadas a partir da análise dos discursos presentes nos textos, na fala dos diferentes sujeitos envolvidos e nas ações empreendidas por eles durante este processo. Para a análise dos dados, foram utilizados dispositivos da Análise de Discurso, na perspectiva francesa de Pêcheux.

Chagas e Martins (2009) discutem com base nas ideias de Ducrot, Maingueneau e Authier-Revuz acerca da heterogeneidade discursiva, os resultados de uma pesquisa que buscou identificar e relacionar diferentes textos sobre o laboratório didático, que foram enunciados por um grupo de seis professores de Física do Rio de Janeiro, em entrevistas, e por pesquisadores da área de ensino de ciências. As autoras ao analisar o discurso dos professores sobre o laboratório didático, problematizaram a questão da autoria dos enunciados. Ao mesmo tempo em que buscavam perceber como a palavra do outro era incorporada.

A pesquisa realizada por Nascimento, Santos e Nigri (2006) discute a prática discursiva de dois grupos de alunos da escola fundamental ao interagirem com o processo de construção de um objeto técnico: um aeromodelo. Limitamos a análise à identificação do tema do discurso e identificamos a predominância do discurso da ação sobre o objeto técnico. Os autores consideraram que a análise da dimensão discursiva da sala de aula leva em conta que os enunciados estão contidos em uma determinada esfera de uso da língua.

Resende e Ostermann (2005) em uma etapa da pesquisa realizada baseia em um estudo qualitativo investigaram o discurso de 18 professores de Física de 8 escolas da rede pública de diferentes bairros do município do Rio de Janeiro. Foi usado um protocolo que propõe questões gerais sobre a prática pedagógica e temas específicos em função do panorama educacional de hoje, como por exemplo, as reformas curriculares propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e a introdução das tecnologias da informação e comunicação no ensino, para que os professores discorressem a respeito e assim fosse possível explorar a percepção que os professores têm de sua prática pedagógica, de suas dificuldades e dos problemas enfrentados.

Dias e Almeida (2009) desenvolve uma síntese de elementos específicos do jornalismo científico, identificando interpretações de um grupo de licenciados em física a partir de textos jornalísticos de divulgação científica de duas revistas. Com um levantamento realizado a partir de características presentes no discurso jornalístico, foi identificada a possível contribuição para o estabelecimento de condições de produção de leitura nos discursos quando forçados a assumirem determinadas posições referentes aos textos lidos de divulgação científica.

No trabalho de Pereira e Martins (2017) foi analisado um material didático do ensino fundamental se tratando de educação para o trânsito, envolvendo aportes teóricos da Ciência Tecnologia e Sociedade se apropriando da Análise Crítica do Discurso. Essa medida trouxe como resultado estratégias discursivas recontextualizando conceitos como velocidade, relacionando com questões socioambientais e a problematização de ações cotidianas envolvendo veículos e a

segurança das pessoas, proporcionando assim uma reflexão dos estudantes mediante aos riscos que podem ser provocados.

Considerações Finais

Com o presente levantamento foi possível observar uma predominância de publicações que adotam a Análise do Discurso como referencial teórico-metodológico no contexto do Ensino de Física e também em estudos sobre a formação de professores. O ensino de Ciências e o Ensino de química tiveram percentuais expressivos a partir do levantamento realizado.

Podemos destacar que a grande concentração de publicações aconteceu no período compreendido entre os anos de 2009 e 2014. Já na área Ensino de Física o quantitativo de publicações ao longo do período analisado se manteve praticamente constante.

Nos artigos do Ensino de Física foi possível perceber, em sua maioria, uma filiação teórica baseada nos estudos de Michel Pêcheux e Dominic Maingueneau o que nos faz inferir que tais pesquisas adotam a Análise do Discurso numa perspectiva francesa. Percebemos que este instrumento de análise é utilizado como um meio de classificar e interpretar o discurso identificando indícios da realidade fora da linguagem. Destacamos que tais referenciais não analisam somente discursos linguísticos produzidos, mas também aspectos relacionados a atitudes e gestos dos sujeitos após uma interação também são considerados do processo analítico. Reforçamos que o presente trabalho não esgota a discussão do tema e que pretendemos ampliar este levantamento tanto à nível temporal quanto a nível internacional.

Referências

- ASSIS, A.; CARVALHO, F. L. C.; AMORIM, C. E. S.; SILVA, L. F.; SILVA, L. G. L.; BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.
- DOBROWOLSKY, M. S. **Aprendizagem significativa do conceito de ressonância**. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, 2012.
- BAKTHIN, M. **Maxismo e Filosofia da Linguagem**. HUCITEC: São Paulo, 1992.
- CHAGAS, S. M. A.; MARTINS, I. O laboratório didático nos discursos de professores de Física: heterogeneidade e intertextualidade. **Caderno Bras de Ens de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 3, p. 625-649, nov. 2009.
- CHIQUETTO, M. J.; KRAPAS S. Livros didáticos baseados em apostilas: como surgiram e por que foram amplamente adotados. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 173-191, 2012.
- CORTELA, B. S. C; NARDI, R. Intencionalidades detectadas no processo de elaboração e implementação de um projeto de formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 149-172, 2013.
- DIAS, R. H. A; DE ALMEIDA, M. Especificidades do jornalismo científico na leitura de textos de divulgação científica por estudantes de licenciatura em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4401-4412, 2009.

FAIRCLOUGH, A. *Better Day Coming: Blacks and Equality, 1890---2000*. New York, NY: Viking; 2001.

FERNANDES, J. P.; GOUVÊA, G. A perspectiva CTS e o desenvolvimento de propostas pedagógicas no contexto do ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 231-255, nov. 2018.

FERREIRA, D. B. & VILLANI, A. Uma reflexão sobre prática e ações na formação de professores para o ensino de física. **RBPEC**, v. 2, n. 2, p. 63-76, 2002.

HYGINO, C. B.; MOURA, S. A.; LINHARES, M. P. Modelos didáticos na formação inicial de professores de física: uma apreciação na perspectiva da análise do discurso. **Ciência & Educ. Bauru** , v. 20, n. 1, p. 43-59, mar. 2014.

MAGALHÃES, I. (2005). Introdução: A Análise de Discurso Crítica. **DELTA**, 21, 1-9.

MAINGUENEAU, D. **Cenas da enunciação**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008

NASCIMENTO, S. S.; SANTOS, R.; NIGRI, E. M. Alfabetização científica e tecnológica e a interação com os objetos técnicos. **Caderno Bras de Ens de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 56-71, set. 2008.

PAGLIARINI, C. R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Leituras por alunos do ensino médio de textos de cientistas sobre o início da física quântica. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru , v. 22, n. 2, p. 299-317, jun. 2016.

RESENDE, V. M.; RAMALHO, V. **Análise de discurso crítica**. São Paulo: Contexto, 2006.

SANTOS, F. R. V.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Bras de Ens de Física, Florianópolis**, v. 22, n. 3, p. 316-337, jan. 2005.

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS SOBRE BURACO NEGRO DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

SOCIAL REPRESENTATIONS ABOUT BLACK HOLE OF FUNDAMENTAL EDUCATION STUDENTS

Patrynie Garcia Barbosa¹, Arthur Marques Aquino², Lisiane Barcellos Calheiro³

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ Instituto de Física/UFMS, patrynie@hotmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ Instituto de Física/UFMS, artmarques14@gmail.com

³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ Instituto de Física/UFMS, liscalheiro@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma análise de mapas mentais, cujo objetivo foi investigar as representações sociais compartilhadas por estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o tema Buraco Negro, durante a implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS. A compreensão dessas representações pode auxiliar no processo de aprendizagem dos conceitos de Buraco Negro, Relatividade e Gravitação Universal, agregando as ideias do senso comum aos conceitos científicos estudados na UEPS. Os resultados indicam que os estudantes pesquisados possuem representações sociais do tema, as quais são alicerçadas em elementos provenientes do espaço formal de educação e também divulgados na mídia. Além disso, demonstram que eles têm conhecimentos sobre Astronomia, verificados pela diversidade das representações, evidenciadas nos mapas mentais elaborados, as quais mesclam elementos do senso comum com elementos do conhecimento científico. A análise dos dados revelou, também, que a maioria das palavras evocadas na pesquisa apresentou possíveis representações sociais inseridas no universo reificado.

Palavras-chave: Representações sociais, unidades de ensino potencialmente significativa, buraco Negro, gravitação universal

Abstract

This work presents the results of an analysis of mind maps, whose objective was to investigate the social representations shared by students of the ninth grade of elementary school on the theme Black Hole, during the implementation of a Potentially Meaningful Teaching Unit- PMTU. Understanding these representations can assist in the process of learning the concepts of Black Hole, Relativity and Universal Gravitation, adding common sense ideas to the scientific concepts studied at PMTU. The results indicate that the students surveyed have social representations of the theme, which are based on elements from the formal education space and also disseminated in the media. In addition, they demonstrate that they have knowledge about Astronomy, verified by the diversity of representations, evidenced in the elaborated mental maps, which mix elements of common sense with elements of scientific knowledge. The analysis of the data also revealed that most of the words evoked in the research presented possible social representations inserted in the reified universe.

Keywords: Social representations, potentially meaningful teaching units, black hole, universal gravitation

Introdução

A construção da Ciência é um processo dinâmico. Modelos são modificados, conceitos são redefinidos e explicações são incrementadas. Neste sentido, a educação deve ir ao encontro desses processos, modernizando-se tanto nos saberes disciplinares quanto com propostas didático-metodológicas.

No final do século XIX, a Física clássica apresentou uma modificação significativa em seus alicerces – Mecânica Newtoniana, Eletromagnetismo Clássico e Termodinâmica, pois eles não sustentavam mais os grandes questionamentos da época. Nessa perspectiva, foi necessária uma ruptura com antigos paradigmas, emergindo, assim, um novo cenário denominado Física Moderna. A Física Moderna se refere ao conjunto de teorias desenvolvidas entre o final do século XIX e meados do século XX, tendo por base a teoria da relatividade e a teoria quântica (RODRIGUES *et al*, 2018). Ela foi determinante para o avanço tecnológico da sociedade moderna e a inserção de tópicos como Relatividade no Ensino Médio tem sido tema de discussões de diversos trabalhos acadêmicos nas últimas décadas (GUERRA *et al*, 2007; FERREIRA, 2013; SÁ, 2015; GIACOMELLI, 2016).

Os documentos oficiais que servem de base para a construção dos currículos da Educação Básica sinalizam a importância do estudo de Física Moderna e Contemporânea – FMC. A educação brasileira encontra-se num período de mudanças significativas, principalmente com a implementação da Base Nacional Curricular Comum - BNCC, nos levando, necessariamente, a refletir sobre a prática docente. A BNCC apresenta os conteúdos referentes à Física, Química e Biologia, os quais fazem parte da área da Ciência da Natureza e propõe ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o nono ano do ensino fundamental, com um aprofundamento conceitual nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo.

No que se refere à FMC as competências específicas e diferentes habilidades da BNCC propõem analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos com base em relações entre matéria e energia. Também propõe analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, com a possibilidade de descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar e do Universo, com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (BRASIL, 2017, p.557). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com o tema Buraco Negro, desenvolvida e implementada em turmas do nono ano do ensino fundamental. A UEPS construída buscou a inserção do conteúdo pertinente à teoria da Relatividade Restrita para alunos que cursam a educação básica.

O tema “Buraco Negro” foi escolhido para a construção da UEPS pelo fato de haver uma grande circulação de informações na mídia que tratam deste assunto, bem como a forte relação com a Astronomia e a Gravitação Universal, temas estes que, apesar de estarem distribuídos em diferentes séries da educação básica, não são comumente trabalhados pelos professores nas salas de aulas.

Considerando estes pressupostos, desenvolvemos o presente trabalho tendo como foco a construção e implementação de uma UEPS ancorada em diferentes estratégias, buscando responder à seguinte pergunta de pesquisa: quais as possíveis representações sociais dos estudantes da educação básica sobre Buraco Negro?

Aspectos Teóricos

Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre fenômenos, conceitos e objetos favorece a articulação entre o prévio e o novo conhecimento. Por sua vez, os conhecimentos prévios apresentam-se imersos nas representações sociais, o que faz o estudo de ambos fundamentais nesta pesquisa.

Neste contexto, utilizamos com referencial de análise a Teoria das Representações Sociais de Moscovici (2003), visto ser ela uma teoria que contribui com o estudo de fenômenos humanos a partir de uma perspectiva coletiva, sem ignorar o fator individual. Para o autor, a representação social é uma modalidade de conhecimento particular que tem por função a elaboração de comportamentos e a comunicação entre indivíduos. Nesta perspectiva, as representações sociais têm a preocupação em compreender como se dá o processo de construção do conhecimento entre o sujeito e o objeto e se esse conhecimento (representação), que pode ser individual e coletivo ao mesmo tempo, é compartilhado.

O objetivo central desse trabalho é identificar e analisar as Representações Sociais de estudantes da educação básica sobre o termo indutor ‘Buraco Negro’. Para analisar as representações sociais foi elaborada uma UEPS com diferentes situações para que os estudantes fossem construindo, a partir de diferentes conceitos, os conhecimentos sobre Buraco Negro.

Desenvolvida por Moreira (2011), UEPS é uma sequência didática, fundamentada nas teorias de aprendizagem cognitivas, especialmente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2000). Para estruturar e construir uma UEPS Moreira propõe uma sequência de oito passos (figura 01), durante a elaboração de cada passo, Moreira sugere uma diversidade de estratégias e materiais de ensino, apontadas pelo autor como aspecto transversal à proposta. “Em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados” (Moreira, 2011, p. 5).

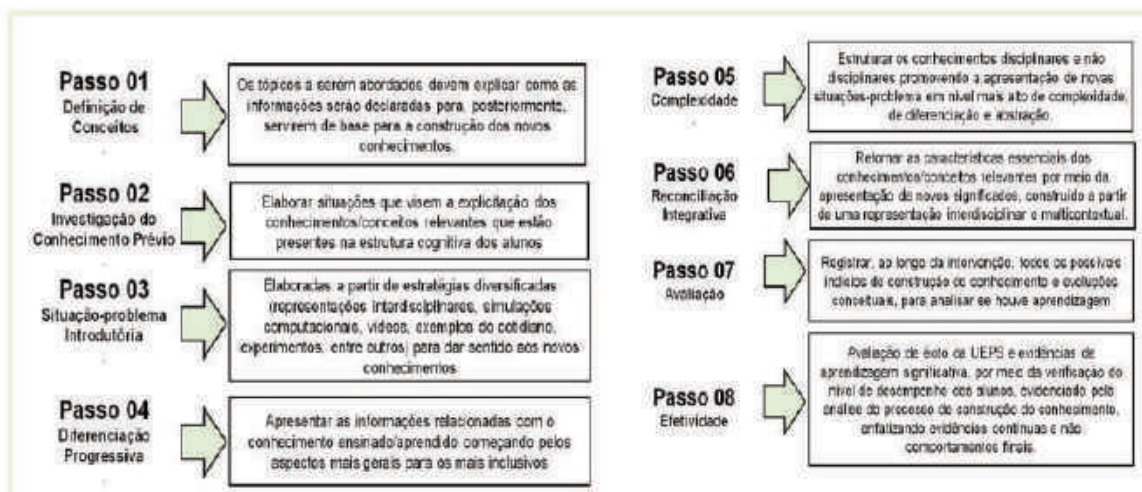


Figura 01 – Esquema dos 8 passos sugeridos por Moreira (2011)

Um dos instrumentos utilizados em uma das etapas das UEPS foi a confecção de mapas mentais por parte dos estudantes. Um mapa mental é uma representação gráfica de um conjunto de conceitos e ideias com livres associações elaborado por um sujeito, podendo apresentar ideias-chave presentes na sua estrutura cognitiva, evidenciando seus pensamentos sobre o tema em questão. De acordo com Buzan (2005), um mapa mental é a maneira mais fácil de introduzir e de extrair informações do cérebro, mapeando os pensamentos de forma criativa e eficaz.

Entendemos que identificar as possíveis representações sociais de conceitos científicos terá influência significativa tanto para o aluno quanto para o professor, pois a representação exerce o papel integrador entre os universos consensual e reificado definidos por Moscovici (2003). O universo consensual está presente no nosso cotidiano, são representações produzidas nas nossas relações sociais no dia a dia, as quais chamadas de senso comum. Já o universo reificado diz respeito ao conhecimento científico comprovado pela Ciência, o conhecimento formal, o rigor científico, aquele que é erudito. Acreditamos que o estudo das representações sociais possibilita conhecermos o que pensa e como age o grupo social (os estudantes) quando são instigados a solucionar situações que envolvam questões sobre Buraco Negro.

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório de abordagem qualitativa, que visa investigar as representações sociais dos estudantes da educação básica e o processo formativo de acadêmicos do curso de Licenciatura em Física, a partir da construção e implementação de uma UEPS sobre um tópico de FMC, realizada no âmbito da disciplina de Instrumentação e Prática para o Ensino de Física II. Um dos objetivos da disciplina é proporcionar aos acadêmicos uma prática de construção e aplicação de sequências de ensino voltadas para educação básica.

A UEPS elaborada pelos acadêmicos foi implementada em três turmas do nono ano do ensino fundamental, de uma escola particular, com 72 participantes, na disciplina de Ciências, sendo a professora regente a primeira autora deste trabalho. Os instrumentos utilizados para coleta de dados desta pesquisa foram variados: mapas mentais, questões abertas a partir das simulações, vídeos, textos de divulgação científica, construção de história em quadrinhos e atividades experimentais investigativas. Neste artigo, devido às limitações formais, optamos por analisar os resultados do segundo passo da UEPS. No quadro 1 apresentamos a descrição sucinta das atividades desenvolvidas na construção e implementação da UEPS.

Após a elaboração e implementação da UEPS, como resultados apresentamos a análise dos mapas mentais elaborados pelos participantes, com o objetivo de verificar as possíveis representações sociais sobre o tema abordado.

Quadro 1 – Descrição resumida dos passos da UEPS

UEPS – Buraco Negro e a Lei da Gravitação Universal	
Objetivos	Compreender o processo de nascimento de um buraco negro. Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito de movimentos de corpos celestes próximo a buracos negros. Compreender a interação entre a luz, gravitação e o buraco negro.

Passos	Procedimento adotado	Exemplos de situações desenvolvidas
1º Definição dos conceitos	Buraco negro, interações gravitacionais e relatividade.	
2º Investigação Conhecimento Prévio	Foi proposta uma situação inicial para levantamento dos conhecimentos prévios	Elaboração de Mapa Mental individual com a palavra indutora <u>Buraco Negro</u>.
3º Situações-problema Introdutórias	Foram elaboradas duas situações em nível introdutório, a partir de simulação e vídeo com roteiros fechados e abertos.	<u>Situação-problema 1</u> - Episódio dos Simpson "Threehouse of Horror XXII". ¹ O enredo do filme do episódio é dividido em quatro histórias. Versa sobre a construção de um acelerador de partículas, o qual, acreditam, poderá fornecer uma fonte de energia limpa. Porém o experimento não é bem sucedido e cria-se um buraco negro. <u>Situação-problema 2</u> - Software de simulações PhET "Gravidade e Órbita" ² , com questionário relacionando proporcionalidade entre a massa do objeto astronômico, a velocidade de escape, a intensidade da força gravitacional e o raio da órbita. Questão investigativa: "Existe um corpo com densidade tão grande que a velocidade de escape poderia ser maior que velocidade da luz?".
4º Diferenciação Progressiva	Partiu-se de uma ideia geral dos conceitos explorados nas situações anteriores, sendo utilizada, neste passo, uma história em quadrinhos.	Formaram-se grupos, onde cada um recebeu uma história em quadrinhos sobre buracos negros elaborada pelo observatório nacional, das quais deveriam ser retirados conceitos e curiosidades sobre buracos negros (no mínimo 5) e entregues no final da aula.
5º Complexidade	Situações-problema com um nível maior de complexidade. As situações foram exploradas a partir de um filme.	Os alunos assistiram ao filme <i>Interestelar</i> . A partir do filme, foram trabalhados os conceitos físicos presentes: gravidade artificial, buracos negros giratórios, buraco de minhocas e dilatação do espaço tempo. Como atividade os alunos elaboraram uma história de ficção científica com as propriedades dos buracos negros.
6º Reconciliação Integrativa		Em duplas, foi realizado um experimento que simula a formação de um buraco negro, valendo-se de um balão, papel alumínio e alfinete, apoiados em um roteiro fechado. Esta experimentação objetivou causar reflexão às duplas e impulsioná-las a resolver cinco questões abertas.
7º Avaliação	Avaliação somativa individual da aprendizagem.	Para avaliação foram elaboradas questões abertas sobre os conceitos que envolvem buraco negro, contextualizadas com situações que foram abordadas ao longo dessa sequência didática.
8º Efetividade	Avaliação através da análise qualitativa da UEPS.	Foi feita uma análise de todas as atividades desenvolvidas na implementação da UEPS e entregue um Opiniário para os alunos.

Fonte: elaborada pelos autores

Resultados

¹ Episódio está disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=g6M3p0mV1bY&t=199s>

² O download do software de simulações pode ser feito no link a seguir em: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_en.html

Para a análise e discussão dos resultados dos mapas mentais (situação inicial do segundo passo da UEPS) foram considerados 67 estudantes dentre os 72 que participaram da pesquisa, pois 5 estudantes não elaboraram os mapas mentais propostos. Importante ressaltar que os mapas foram construídos em sala de aula, individualmente e sem interação com nenhum tipo de material ou consulta.

Os mapas foram analisados utilizando-se a metodologia da análise categorial, que, conforme Bardin (2011), consiste no desdobramento do texto em categorias agrupadas analogicamente, de onde emergiram sete categorias iniciais, quatro categorias intermediárias e duas categorias finais. Estas duas categorias finais, por sua vez, foram sistematizadas em outras duas categorias ancoradas no referencial da Teoria das Representações Sociais, denominadas, como já referido, Universo Consensual e Universo Reificado.

No quadro 2, apresentamos as categorias e algumas palavras que as representam, bem como suas frequências nos mapas. Um mesmo mapa pode conter palavras que se enquadram em categorias iniciais diferentes. Estas categorias iniciais emergiram de um total de 393 palavras evocadas nos mapas, levando-se em conta a frequência de respostas semelhantes identificadas nos mapas mentais.

Quadro 2: Categorias que representam as possíveis representações sociais

Categorias Iniciais	Palavras Evocadas (Quantidade)	Categorias Intermediárias	Categorias Finais
Saber Científico	Física, luz, gravidade, velocidade, tempo... (64)	Saber Científico Esta categoria reúne palavras relacionadas ao mundo do conhecimento científico.	
Astronomia	Planetas, galáxias, estrelas, espaço ... (204)		
Tecnologia	Satélite, tecnologia, internet ... (7)	Tecnologia Esta categoria reúne palavras relacionadas a diferentes tecnologias, relacionadas a como é possível verificar a existência de Buracos Negros.	Universo Reificado (69,9%)
Ficção	Interestelar, filme, alienígena ... (44)	Ficção Nesta categoria aparecem elementos que povoam o imaginário dos alunos, a partir das representações da mídia, principalmente filmes de ficção.	Universo Consensual (31,1%)
Morte	Morte, mortal, fim... (11)	Psicossocial Esta categoria engloba palavras que fazem pensar o social, reúnem crenças, valores e sentimentos.	
Sentimento	Mágoa, tristeza, solidão, tenebroso... (29)		
Escuro	Escuridão, negro, preto... (34)		

Fonte: Dados da Pesquisa

A análise dos dados revelou, também, que a maioria das palavras evocadas na pesquisa apresentou possíveis representações sociais inseridas no universo reificado, mesmo considerando o pouco conhecimento acerca do tema e as relações superficiais com o saber científico.

Assim, ao pensar em buraco negro, os estudantes partilham representações construídas e influenciadas pela mídia e pela educação formal, mesmo sem um rigor científico, como, por exemplo, os conceitos relacionados à Astronomia. Neste caso

específico, ficou evidenciada uma convergência para a categoria universo reificado, pois suas relações apresentam elementos conceituais que estão mais associados aos entes astronômicos mesmo que com pouca profundidade conceitual, os quais podem ser observados na prática de sala de aula e na mídia, como demonstradas na figura 2.

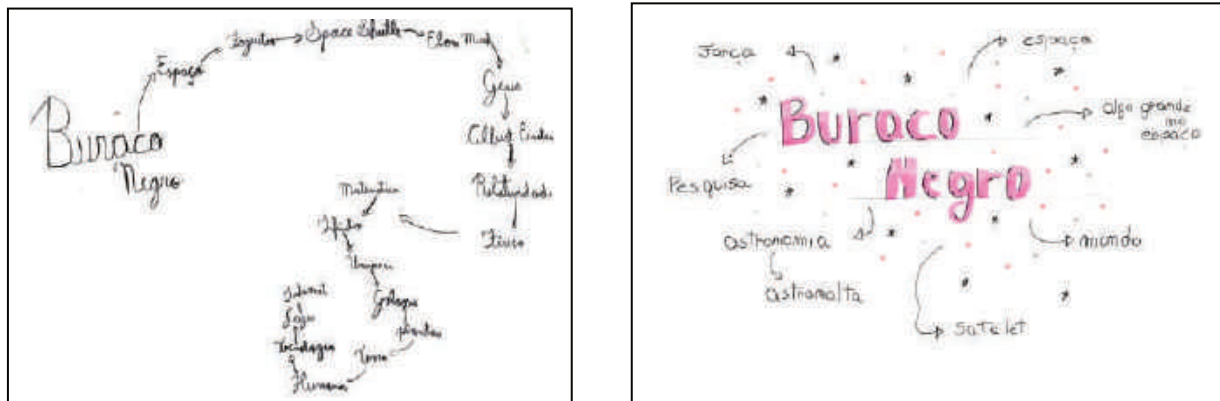


Figura 2: Mapas mentais dos participantes A22 e A51

Por sua vez, na categoria universo reificado, ao pensar em buraco negro, os estudantes partilham representações construídas e influenciadas pela mídia, relacionando ser buraco negro prejudicial às pessoas, causando males, mortes e destruições, conforme demonstrado na figura 3. Estes mapas mentais confeccionados pelos estudantes apresentam relações principalmente com abordagens que dizem respeito a sentimentos negativos, considerando aspectos gerais presentes no senso comum e geralmente apresentados pela mídia.

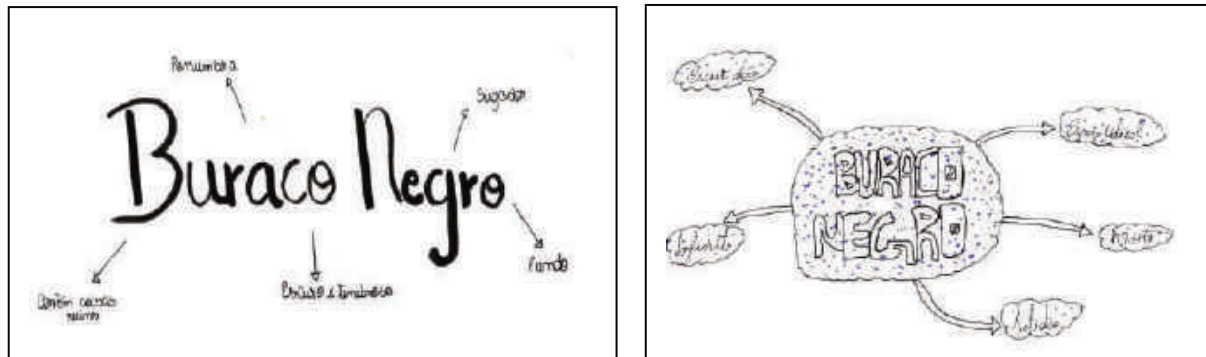


Figura 3: Mapas mentais dos participantes A02 e A25

Pode-se perceber, portanto, que os estudantes pesquisados possuem representações sociais do tema Buraco Negro. Estas representações estão apoiadas nos elementos que compõem o campo de estudo dessa Ciência, contidos no universo reificado, perpassando por aqueles que integram o conjunto de aparatos utilizados nesses estudos, como satélites foguetes, internet e Nasa. Também apresentam representações no universo consensual, como as referências, por exemplo, a elementos que povoam o imaginário dos alunos, evidenciando a importância de se trabalhar os conceitos de FMC, muitas vezes mencionados na mídia sem o devido rigor científico.

Conclusões

Para Ausubel (2000), o aluno apresenta conhecimentos prévios que são fatores determinantes para que ocorra a aprendizagem significativa. Segundo o autor, o conhecimento é significativo por definição, resultando de um processo que

envolve interação entre as ideias culturalmente significativas. Por sua vez, os conhecimentos prévios apresentam-se imersos nas representações sociais, o que faz o estudo de ambos fundamentais no contexto desta pesquisa. Ressaltamos que a introdução ao estudo da Buraco Negro teve como objetivo estabelecer a base teórica para uma melhor compreensão de alguns conceitos da Relatividade e da Gravitação Universal e suas relações com o dia a dia dos estudantes.

Por fim, acreditamos que investigar as representações sociais de conceitos e fenômenos físicos considerando-se os conhecimentos prévios dos estudantes e a maneira como são compartilhados no cotidiano, contribuem para uma aprendizagem com significado.

Referências

ARAÚJO, R.; ZAGO, L. Física Moderna e Contemporânea nos cursos de Licenciatura Em Física: Uma análise das marcas da racionalidade técnica. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 10, n. 4, p. 7, 2016.

AUSUBEL, D. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo, 2000.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BUZAN, T. Mapas mentais e sua elaboração: um sistema definitivo de pensamento que transformará a sua vida. São Paulo, Cultrix. 2005.

GIACOMELLI, Alisson C. Teoria da Relatividade: uma proposta didática para o ensino médio. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências e Matemática, UPF, 2016.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 575-583, 2007.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. In *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(2)*, 2011.

MOSCOVICI, S. O fenômeno das representações sociais. In S. Moscovici (Ed.), *Representações sociais: investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes, 2003.

NEVE, J. R., ARENGHI, L. E. B., LINO, A., Porque inserir física moderna e contemporânea no Ensino Médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* 6, 2013.

OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F. Investigando a aprendizagem de professores de física acerca do fenômeno da Interferência Quântica. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 1, n. 14, p.35-54, 2008.

PEREIRA, A; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C.; O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach -Zehnder. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 2009.

SÁ, M. R. R. Teoria da relatividade restrita e geral ao longo do 1º ano do ensino médio: uma proposta de inserção. 2015.

Linha 11

Equidade, inclusão,
diversidade e estudos
culturais e o
ensino de Física

Apresentações Orais

Relações entre ensino de Física e temas como inclusão, gênero, relações étnico-raciais, religião e classe; educação do campo, indígena, quilombola e de outros grupos sociais específicos; políticas de ação afirmativa; direitos humanos.

A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NA REALIZAÇÃO DE TAREFA COM ALUNOS CEGOS

THE USE OF ASSISTIVE TECHNOLOGIES IN CARRYING OUT TASKS WITH BLIND STUDENTS

Jaqueline Santos Vargas Praça¹, Shirley Takeco Gobara²

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Programa de Pós-Graduação em Educação, jkvargas@hotmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Programa de Pós-Graduação em Educação, stgobara@gmail.com

Resumo

O presente artigo é um recorte de uma atividade realizada com uma aluna cega para o estudo dos saberes relacionados ao dia e à noite. O objetivo deste trabalho é apresentar a importância da utilização de Tecnologias Assistivas (TAs) para auxiliar alunos cegos na atualização desses saberes, para que eles tenham oportunidades iguais de participar e interagir na sala de aula regular como os demais alunos. Como aporte teórico, utilizamos a Teoria da Objetivação, que ressignifica o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula ao propor o labor conjunto, identificado como atividade, como meio para a aluna atualizar seus saberes atuais em saberes científicos e os saberes sobre as TAs usadas na realização de uma tarefa. Para a análise das interações, utilizamos um dispositivo de análise, que considera não só as falas, mas também os gestos, a movimentação corporal e as expressões faciais para complementar a análise do processo. Os resultados parciais apontaram evidências de que o uso das TAs pode contribuir para que os alunos cegos tenham mais autonomia na sala de aula e possam participar do processo de aprendizagem de forma mais efetiva.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Alunos cegos, Teoria da Objetivação, Inclusão. Abstract

This article is an excerpt from an activity performed with a blind student to study the knowledge related to day and night. The objective of this paper is to present the importance of the use of Assistive Technologies (AT) to assist blind students in updating this knowledge, so that they have equal opportunities to participate and interact in the regular classroom like other students. As a theoretical contribution, we use the Theory of Objectification, which resignifies the process of teaching and learning in the classroom when proposing joint labor, identified as an activity, as a means for the student to update her current knowledge in scientific knowledge and knowledge about the ATs used in carrying out a task. For the analysis of interactions, we used an analysis device, which considers not only the speeches, but also the gestures, body movement and facial expressions to complement the analysis of the process. The partial results indicated evidence that the use of ATs can contribute to blind students having more autonomy in the classroom and can participate in the learning process more effectively.

Keywords: Assistive Technology, Blind Students, Objectification Theory, Inclusion.

Introdução

De acordo com a legislação atual sobre a inclusão educacional, os alunos com deficiência estão presentes nas salas de aula do ensino regular. Motivados em investigar como os alunos cegos estão sendo atendidos nas escolas regulares, em particular para a aprendizagem de saberes científicos, estamos desenvolvendo uma pesquisa em que um dos objetivos é verificar como a tecnologia assistiva (TA) pode auxiliar alunos cegos no processo de aprendizagem de saberes científicos.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), cada escola pode e deve adaptar-se aos diversos fatores (sociais, culturais, econômicos e aqueles tratados como “diversidade”) que influenciam na aprendizagem dos alunos, “atendendo necessidades, anseios e aspirações dos sujeitos e a realidade da escola e de seu meio” (BRASIL, 2013, p. 189). Destacamos que, com o grande avanço tecnológico, nossos alunos estão cada vez mais imersos nessa realidade e é algo que a escola também deve acompanhar.

Com relação ao aspecto do desenvolvimento científico e tecnológico, as novas DCN (2013) afirmam que a “apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida” (BRASIL, 2013, p. 167). A escola deve estar preparada para ensinar com recursos e técnicas adequadas para que os alunos tenham acesso às informações disponibilizadas por esses meios.

Uma das formas de atender os alunos com deficiências que estão presentes nas escolas regulares é adaptar a escola para a inclusão de fato e as TAs são artefatos e ou meios que estão relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico dos recursos educacionais, algo presente no dia a dia dos alunos, como, por exemplo, tablet, laptop e celular, e que podem servir como apoio às atividades escolares. De acordo com o documento do Comitê de Ajudas Técnicas sobre Tecnologia Assistiva (2009):

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2009, p.2)

A partir do exposto, o objetivo deste artigo é apresentar um recorte da pesquisa realizada com a participação voluntária de uma aluna cega (A₃), na qual utilizamos tecnologias assistivas para auxiliá-la na resolução de problemas na forma de labor conjunto (RADFORD, 2018), ou seja conjuntamente com a professora investigadora (PI). Como aporte teórico-metodológico, estamos utilizando a Teoria da Objetivação que apresentaremos a seguir.

Referencial Teórico

A Teoria da Objetivação (TO) começou ser pensada no final dos anos 90 pelo autor Luis Radford com o objetivo de romper com as teorias tradicionais de educação. A TO é uma teoria inspirada principalmente no pensamento histórico-

cultural de Vygotsky e na dialética neo-hegeliana desenvolvida por Ilyenkov (1977). Nessa teoria, o autor ressignifica algumas ideias já apresentadas por outras teorias como saber, conhecimento e aprendizagem e estabelece uma nova maneira de estudantes e professores atuarem no processo de aprendizagem, em sala de aula, por meio da atividade.

Na TO, o saber e o conhecimento são entidades importantes para o entendimento da aprendizagem, porém, o foco dessa teoria não está apenas no saber, mas também no ser, pois, para Radford (2018), professores e alunos são sujeitos com sentimentos e necessidades em constante transformação. O saber é uma possibilidade, uma potencialidade. Essa potencialidade “é a capacidade de poder fazer algo” (RADFORD, 2017, p.100, tradução nossa) e o conhecimento é a “atualização ou materialização do saber” (RADFORD, 2017, p.107, tradução nossa), constituindo o processo de objetivação. A atualização do ser, por meio do processo de subjetivação, é a transformação do ser, a materialização constante do ser, pois somos seres inacabados e em transformação.

Nos processos de objetivação, os alunos encontram as formas de pensamento, ações já constituídas histórica e culturalmente (os saberes). Já os processos de subjetivação são os processos sociais em que os alunos vão se transformando e acabam se posicionando e ocupando um espaço, contribuindo para a formação de um novo “eu”. São os processos de objetivação e subjetivação que ocorrem por meio da atividade e que, segundo Radford (2018), promovem a aprendizagem.

A atividade na TO possui um papel fundamental nos processos de objetivação e subjetivação, visto que, por meio dela, os saberes são atualizados em conhecimento e os sujeitos são transformados em novas subjetividades. A atividade na TO não é simplesmente realizar tarefas em conjunto, fazer coisas ou seguir regras. Na atividade, alunos e professores devem envolver-se em um ambiente de debates, tensões e disputas para a exploração da resolução de problemas. Para a TO, a atividade é o labor conjunto, em que professores e alunos estão interagindo e trabalhando coletivamente em busca de um objetivo comum (RADFORD, 2018).

Alunos e professores devem trabalhar de forma cooperativa, na forma de uma comunidade de aprendizagem e que favoreça a solidariedade e a ética comunitária, entendida como uma coresponsabilidade em que cada um desses sujeitos passe a importar-se com o próximo e tornar-se responsável em colaborar para que todos aprendam. Ao trabalhar em conjunto para a resolução da tarefa, professores e alunos utilizam artefatos que os auxiliam. No caso dos alunos cegos, alguns desses artefatos são necessários, sem os quais eles não conseguem autonomia necessária para a realização das tarefas escolares.

Contrariamente às teorias comportamentalistas e construtivistas (RADFORD, 2017): “Na TO, a linguagem, os signos, os artefatos e o corpo sensível são entendidos não como mediadores, mas como parte da atividade dos indivíduos” (RADFORD, 2018, p.142, tradução nossa). Os artefatos são recursos utilizados na atividade humana para auxiliar na resolução de problemas. No caso da nossa pesquisa, as TAs são artefatos que carregam em si uma cultura e uma história. Para os alunos com deficiência, elas são necessárias para que a atividade se efetive, uma vez que, em alguns casos, os alunos só conseguem desenvolver a tarefa com o auxílio das TAs.

Caminhos metodológicos e Dispositivo analítico

A metodologia da pesquisa está baseada na proposta da TO, que tem seus fundamentos no materialismo histórico e dialético, cuja unidade de análise é a atividade, pois ela aparece como a unidade mínima que reproduz a sociedade como um todo. Repousa sobre “uma concepção específica de indivíduos como seres naturais de necessidades” (RADFORD, 2015, p.553, tradução nossa). Elaboramos uma atividade de ensino e aprendizagem de acordo com a TO em que o objeto de estudo foi “dia e noite” e o objetivo (meta) associado foi refletir sobre situações que envolvam o dia e a noite. Para atingir esse objetivo, elaboramos uma tarefa constituída por cinco problemas.

Para a análise das interações, utilizamos um dispositivo analítico articulado com o aporte teórico-metodológico, no qual levamos em consideração o contexto da atividade. Esse dispositivo é o resultado da adaptação de três propostas existentes: de Veneu (2012), Radford (2015) e Piccinini e Martins (2004), conforme esquematizado na Figura 1.

Por meio desse dispositivo, procuramos identificar momentos em que os alunos tornam-se conscientes dos significados constituídos culturalmente sobre determinados saberes ao realizarem uma tarefa por meio da atividade (labor conjunto). Nesse dispositivo, não analisamos apenas as falas dos participantes, mas também o comportamento e gestos, pois nem sempre nos expressamos somente por meio da fala ou escrita, outros meios semióticos evidenciados pelos alunos durante o labor conjunto são importantes para a TO.

Figura 1 - Dispositivo adaptado a partir de Veneu (2012), Radford (2015) e Piccinini e Martins (2004)



Fonte: Autoras (2018)

Como recorte, apresentamos a análise da resolução do problema 2 (dois) da aluna A₃, de acordo com a metodologia da TO.


Análise e Resultados

Utilizando o dispositivo de análise, identificamos e selecionamos os episódios relevantes que são importantes para entender os processos de subjetivação e objetivação. Após essa seleção, eles foram transcritos e analisados. Neste artigo, apresentamos apenas um recorte com três episódios relevantes, cujas análises estão no próximo item.

As nossas análises foram realizadas articulando o dispositivo elaborado com as ideias de Radford (2015). O problema analisado foi: Escrevendo sobre o *Sol* e a *Terra*. Nesse problema, A₃ respondeu algumas questões sobre o Sol e a Terra a partir de um áudio texto que lhe foi apresentado usando a linha braille e a reglete. Antes de iniciar a resolução do problema 2 (dois), apresentamos para A₃ a linha

braille que ela não conhecia. Considerando-se que ela nunca tinha tido contato com esse artefato, focamos apenas no uso dessa TA para a leitura, assim como as funções mais elementares como ligar e desligar, acesso ao menu e identificação dos documentos para a leitura. O quadro 1 (um) apresenta e identifica um desses momentos no episódio relevante 1 (um).


Quadro 1 - Transcrição do episódio relevante 1: reconhecendo o artefato

Número do enunciado	Transcrição do episódio relevante 1	Comentários interpretativos
01	I ₁ : Vou te ensinar a ligar ela (a linha braille). Vai no lado direito, desce...pode descer...isso aqui na lateral. Você sente um botãozinho?	
02	A ₃ : Sinto.	
03	I ₁ : Pode apertar. Você ligou ela. Aqui já apareceu coisa que você pode ler.	
04	A ₃ : Que legal.	
05		A ₃ demonstrou-se entusiasmada, por meio da mudança na voz e na expressão facial. Essas informações são identificadas como signos semióticos relevantes no contexto de interação da aluna com o artefato.
06	I ₁ : Tá sentindo?	
07	A ₃ : Aham. Interessante.	

Fonte: Autoras (2019)

De acordo com a TO, o saber histórico depositado nos artefatos, desconhecido pelos alunos, também precisa ser revelado à consciência, uma vez que os usuários necessitam apreender a usá-lo e identificar as potencialidades de cada artefato, de acordo com a atividade de ensino e aprendizagem proposta. Esse primeiro contato da aluna, com essa TA, chamou-nos a atenção, pois foi a primeira vez que ela demonstrou entusiasmo com mudança no padrão de voz, movimento da cabeça e braços e expressões faciais.

Quadro 2 – Registro dos meios semióticos adaptado das ideias de Piccinini e Martins (2004)

Momento da interação	Participante	Modos Semióticos	
		Gestual	Contexto
Episódio 1, enunciado 5.	A ₃	 A aluna sorria durante o contanto com a linha braille.	Durante essa interação, A ₃ sorria a cada nova descoberta. Cada função que ela conhecia do artefato, ela mostrava-se cada vez mais interessada. Não identificamos esse tipo de reação na realização do problema anterior.

Fonte: Autoras (2019)

Com efeito, durante a interação, a aluna demonstrou muito interesse em aprender e, a partir do primeiro contato, ela avançou muito em relação à utilização dessa TA, pois era um artefato completamente desconhecido até então. A aluna questionava o funcionamento, o que ela poderia fazer com essa TA durante a realização do problema 2 (dois). As escolas não possuem linha braille e dificilmente

os alunos já tiveram algum contato com esse recurso, uma vez que se trata de uma alta tecnologia e ainda é muito cara.

Outra tecnologia que utilizamos para a realização do problema 2 (dois) foi o tablet com áudio texto. Esse é um recurso que a aluna já conhecia, mas que não utiliza muito em suas tarefas escolares. A linha braille foi utilizada para a aluna ler as questões e o áudio texto apresentava a explicação do conteúdo para ela responder as questões. Depois desse momento de apresentação e reconhecimento dos artefatos, começamos a resolução do problema 2 (dois).

Quadro 3 - Transcrição do episódio relevante 2: reconhecendo o artefato

Número do enunciado	Transcrição do episódio relevante 2	Comentários interpretativos
01	I ₁ : Primeiro. Você conseguiu entender o áudio?	Aqui, queríamos investigar a qualidade do recurso oferecido.
02	A ₃ : Consegui.	
03	I ₁ : A voz estava boa?	
04	A ₃ : Arã.	
05	I ₁ : Não estava muito rápida ou muito devagar?	
06	A ₃ : Eu acho que, se ficasse um pouco mais rápido, seria melhor.	Para o que a aluna está acostumada, a velocidade do áudio estava baixa.
07	I ₁ : Ah sim. Ok. Bom saber isso. E o conteúdo do áudio você conseguiu entender?	
08	A ₃ : Sim, estava falando sobre o Sol.	

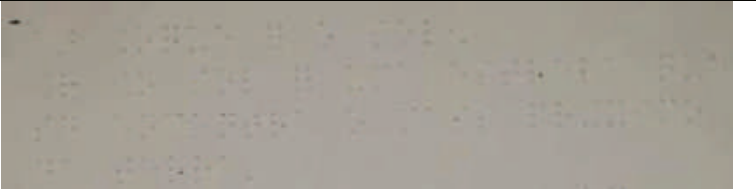
Fonte: Autoras (2019)

Com esse problema, utilizamos as duas tecnologias assistivas associadas, para identificar se elas poderiam auxiliar ou não essa aluna na audição e leitura do problema. Percebemos que essa aluna não gostou muito do áudio como uma ferramenta associada ao ensino, isso porque ela prefere o contato com as pessoas, porém com relação ao uso da linha braille, ela demonstrou interesse, visto que ela declarou que essa é uma ferramenta que poderia auxiliá-la nas suas tarefas escolares. A₃ escutou o áudio com a ajuda da professora PI e começou a resolução do problema usando a reglete, uma tecnologia que ela já dominava. Essa aluna não se adaptou à máquina braille, pois é algo que, para ela, chama muito a atenção dos colegas na sala de aula.

O encontro com os saberes relacionados à temática “Dia e Noite” aconteceu durante o contato da aluna com o áudio e, conforme ela foi respondendo as questões, primeiro, oralmente e, depois, na folha braille. Identificamos que, durante a interação com a professora, A₃ respondeu as questões com mais conteúdo, porém ela mostrou limitações ao respondê-las no papel, devido ao uso da reglete. Este fato acaba tornando-se um problema, pois, no processo de avaliação das disciplinas escolares, essa aluna é avaliada somente pela escrita. De forma geral, na educação tradicional e individualista, as avaliações são somente escritas e nem sempre evidenciam o potencial dos alunos. Diferentemente, na TO, considera-se todo tipo de manifestação do aluno, durante o labor conjunto. No quadro 4 (quatro), comparamos a fala de A₃ com sua escrita da pergunta: O que é o Sol?, evidenciando, nitidamente, que a fala dela apresenta mais informação.

Quadro 4 - Registro das respostas da aluna no problema 2

Modo Semiótico (fala)	Modo Semiótico (escrita)
I ₁ : Você consegue responder a primeira questão?	1- O que é o sol?

<p>A₃: O Sol é uma estrela porque possui luz própria e ele fornece energia aqui para a Terra. Ela é a estrela mais próxima da Terra.</p>	 <p>R: o sol é uma estrela que se encontra o mais próximo da terra. (transcrição da resposta em braille acima).</p>
---	---

Ao ser questionada sobre a linha braille e as tecnologias assistivas, ela afirmou ter gostado de utilizá-las, como podemos observar no episódio 3 (três).

Quadro 5 - Transcrição do episódio relevante 3

Número do enunciado	Transcrição do episódio relevante 3	Comentários interpretativos
01	I ₁ : O que você achou da linha braille?	
02	A ₃ : Eu gostei.	
03	I ₁ : Podemos realizar outras tarefas com ela.	
04	A ₃ : Ah sim...seria legal	A aluna demonstrou interesse e entusiasmo na sua resposta
05	I ₁ : Por exemplo, escrever ou fazer contas. Ao invés de você usar a reglete, você usaria a linha braille.	
06	A ₃ : Sim, seria mais rápido até.	
07	I ₁ : Então...pode ser mesmo. Esse foi só o seu primeiro contato com ela.	
08	A ₃ : Quando eu for fazer algum trabalho, eu sempre peço ajuda da minha irmã, porque ela pesquisa pra mim né, e eu faço tudo em braille. Só que eu acho que se eu tivesse, se eu utilizasse a tecnologia, como o notebook ou a linha braille, tudo ficaria mais fácil. Eu poderia fazer a pesquisa, é resumir na no word, colocar no pendrive e pronto. Eu fico com dor no braço e calos no dedo de tanto usar o braille e a reglete. Eu tenho que me aprofundar mais.	

Fonte: Autoras (2019)

A fala de A₃, especificada no enunciado 08, é muito relevante porque aluna reconheceu a importância das TAs, o notebook ou a linha braille, como meio para auxiliá-la na realização das lições escolares. Além disso, ela expôs os problemas de utilizar a reglete para a escrita no papel braille, pois o contato com o papel por muito tempo causa calos nos dedos e dores nos braços. Sem alguns desses artefatos (reglete, por exemplo), não seria possível que essa aluna escrevesse, como pondera Radford (2014), ao falar das tecnologias, elas não apenas expandem nossas possibilidades, mas transformam as viabilidades e maneira pela qual algo pode ser conhecido.

Sendo assim, as TAs podem ser grandes aliadas no processo de ensino e aprendizagem dos alunos com deficiência, se utilizadas adequadamente, uma vez que elas fazem parte da realização da atividade e, sem elas, algumas ações não poderiam ser efetivas, já que, de acordo com Radford (2017a), os artefatos possuem potencialidade que só serão colocadas em movimento ou em uma ação concreta se estiverem em uma atividade que contribua para satisfazer uma necessidade coletiva, neste caso, do(s) aluno(s) (RADFORD, 2017a). Assim, é preciso fazer um levantamento para escolher as TAs mais adequadas em função das necessidades

do aluno e planejar a forma que elas podem ser utilizadas na realização da tarefa por meio do trabalho conjunto.

Considerações Finais

Buscamos evidenciar e compreender de que maneira a aluna, ao utilizar as TAs, vai tomando consciência dos saberes científicos enquanto vai se posicionando durante as interações, evidenciando os processos de objetivação e subjetivação. Os resultados obtidos, a partir das análises realizadas dos episódios relevantes apresentados, sugerem que precisamos repensar sobre o uso e as adequações dos artefatos culturais tecnológicos, pois eles também possuem potencialidades e são propostos como meios auxiliares para a realização da atividade de ensino e aprendizagem pelos estudantes, assim como podem oferecer uma certa autonomia na realização das ações diárias. Contudo, para alguns casos, sem esses recursos, eles não conseguiriam resolvê-los, outros artefatos como a reglete, o uso com uma grande frequência pode prejudicar os alunos, razão pela qual as TAs devem ser consideradas na realização de uma atividade em que alunos e professor trabalhem de forma conjunta regida pela ética comunitária.

Agradecimentos e apoios

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos também à FUNDECT (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul).

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica / Ministério da Educação**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562p.
- BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009b. 138 p.
- ILYENKOV, E. V. **The dialectics of the abstract and the concrete in Marx's Capital**. Delhi: Aakar Books, 2008.
- PICCININI, C e MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, Belo Horizonte, v.6, n.01, 2004, p.1-14.
- RADFORD, L. **A cultural-historical approach to teaching and learning: The theory of objectification**. In: Hsieh, F.-J. (Ed.), 2018. Proceedings of the 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education (Vol 1, pp. 137-147). Taipei, Taiwan: EARCOME.
- RADFORD, L. Methodological Aspects of the Theory of Objectification. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8(18), 2015, 547-567.
- RADFORD, L. **Saber y conocimiento desde la perspectiva de la Teoría de la Objetivación**. In: D'AMORE, B., & RADFORD, L. Enseñanza y aprendizaje de las

matemáticas: problemas semióticos, epistemológicos y prácticos. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017a. 192 p.

VENEU, A. A. **Perspectivas de professores de física do ensino médio sobre as relações entre o ensino de física e o mercado de trabalho: uma análise bakhtiniana.** 2012. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, 2012. 220 f.

RETRATO SOCIOLÓGICO DE UMA LICENCIANDA EM FÍSICA EGRESSA DE UM CURSO PRÉ-VESTIBULAR POPULAR

SOCIOLOGICAL PORTRAYAL OF A LICENSEE PHYSICS STUDENT EGRESSING FROM A POPULAR PRE-COLLEGE COURSE

Isis Gabriela Magalhães Rosa¹, Luiz Felipe de Moura da Rosa²

¹PUCRS/Escola Politécnica, isis.rosa@edu.pucrs.br

²UFRGS/Instituto de Física/Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, profluzfis@gmail.com

Resumo

No presente trabalho apresentamos um retrato sociológico de uma licencianda em Física de uma universidade privada. Pretendemos, através da abordagem sociológica à escala individual de Bernard Lahire, identificar as razões que motivaram essa aluna a ingressar no curso de Física e que hoje a motivam a permanecer. Não escondemos nossa preocupação em contemplar elementos de diferença de gênero e classe social, na medida em que selecionamos uma aluna de um curso de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática - CTEM (Física, no caso), egressa de um curso pré-vestibular popular. Da entrevista que nos deu subsídio para traçar o retrato sociológico da sujeita de pesquisa, podemos apreender alguns elementos sobre suas disposições e de que maneira elas se articulam com as suas motivações no que diz respeito a sua permanência no curso de Física, apesar de ser mulher e de classe popular. Levantamos duas hipóteses sobre seu patrimônio de disposições, sendo elas disposição rigorista e disposição comunitarista.

Palavras-chave: Retratos Sociológicos; Sociologia à escala individual; Mulheres na Ciência; Pré-Vestibular Popular; Formação de Professores.

Abstract

In this work we present a sociological portrayal of a licensee Physics student at a private university. We intend, through the sociological approach at the individual scale of Bernard Lahire, to identify the reasons that motivated this student to enter the Physics career and which today encourage her to stay. We do not hide our concern to contemplate elements of difference of gender and social class, as we select a student from a Science, Technology, Engineering and Mathematics course - CTEM (Physics, in this case), egressing from a popular pre-college course. From the interview that gave us support to map the sociological portrayal of the research subject, we can learn some elements about their dispositions and how they are articulated with their motivations regarding their permanence in the Physics course, despite being a woman and from popular social class. We raised two hypotheses about its heritage of dispositions, namely, a strict disposition and a communitarian disposition.

Keywords: Sociological Portrayal; Sociological Individual Scale; Women in Science; Popular Pre-College Course; Teacher Training.

Contextualização

Este escrito faz parte de um projeto mais amplo que busca identificar o conhecimento disponível sobre as trajetórias de alunas matriculadas em cursos de Ciências, tecnologia, engenharia e matemática (CTEM) em instituições de ensino superior. Essas alunas têm em comum o fato de terem estudado em cursos pré-vestibulares populares do município de Porto Alegre. No presente trabalho apresentamos um retrato sociológico (LAHIRE, 2004) de uma licencianda em Física de uma universidade privada. Pretendemos, através da abordagem sociológica à escala individual de Bernard Lahire, identificar as razões que motivaram essa aluna a ingressar no curso de Física e que hoje a motivam a permanecer.

Meninas em cursos CTEM

Gedoz (2019) chama a atenção para a transformação histórica pela qual passou a universidade brasileira no que diz respeito às diferenças de gênero dos seus estudantes. As mulheres só foram autorizadas a ingressar nas universidades brasileiras em 1879, ou seja, 71 anos após a fundação da primeira universidade brasileira. Entretanto, hoje as mulheres são maioria no meio acadêmico, considerando estudantes de graduação, mestrado e doutorado, fato considerado por muitos como uma vitória. Apesar disso, as mulheres ainda representam uma grande minoria nos cursos de CTEM. Isso reflete um panorama mundial, conforme aponta o relatório *Gender in the Global Research Landscape*¹. Por exemplo, a *American Physical Society* relatou em 2012 que as mulheres ocupam apenas 19,7% dos cursos de graduação em Física e 36,4% de todos os cursos de graduação CTEM (KELLY, 2016).

Ao se deparar com esses dados, diversas pesquisas ocuparam-se em entender o porquê dessa diferença nas áreas de CTEM. Reinking e Martin (2018) apresentam três perspectivas adotadas nas pesquisas para justificar essa diferença, a saber:

1. *Socialização baseada em gênero*. A lacuna de gênero serve diretamente aos estereótipos e as práticas de socialização típicas em diversos países, no qual as sociedades são delineadas em torno do domínio masculino e na submissão feminina. “[...] se concentra em práticas de socialização que estão vigentes durante a infância, tais como que os meninos são melhores em matemática e as meninas são boas na cozinha” (REINKING; MARTIN, 2018, p. 161, nossa tradução).
2. *Influência por pares*. A lacuna de gênero, nos contextos de CTEM, guarda relações diretas com os papéis sociais desempenhados em grupos. Os grupos em questão são justamente os grupos de estudantes. Durante o processo de socialização, principalmente na adolescência, os jovens se submetem a características do grupo de amigos. Enquanto os grupos de meninos tendem a auto-influenciar o gosto por CTEM, o mesmo não ocorre em grupos femininos.
3. *Estereótipos de profissionais em CTEM*. Esta perspectiva busca justificar a lacuna com base nos estereótipos de profissionais da área de CTEM, ou seja,

¹ <https://www.elsevier.com/research-intelligence/campaigns/gender-17>

atribuem a aspectos da história da ciência a falta de representatividade feminina nas áreas de CTEM. O estereótipo que se criou do cientista, e dos profissionais em CTEM de um modo geral, é o de um homem, introvertido, com dificuldades em estabelecer relações sociais, branco, heterossexual, entre outras características.

A justificativa que empregamos no presente estudo considera que essas três perspectivas não são totalmente excludentes e, então, importamos elementos de cada uma, especialmente, da terceira perspectiva. Silva (2012) tece um movimento transversal semelhante ao que estamos propondo, e no que diz respeito à terceira perspectiva apresentada por Reinking e Martin (2018), a autora evoca a voz de teorias feministas. Vertentes feministas defendem a necessidade de articulação de uma epistemologia feminista e para isso consideram contribuições de referenciais importantes da epistemologia moderna como Thomas Kuhn e Paul Feyrabend (SILVA, 2012). As obras desses autores são requisitadas pela forma como estes encaram a Ciência e o desenvolvimento científico, opondo-se a uma concepção neutra do fazer científico, reconhecendo aspectos sociais, históricos e culturais nas atividades científicas (tornando-a parcial e uma ferramenta de manutenção de interesses políticos e econômicos) além de uma pluralidade metodológica. Schiebinger (2001) se apoia na pluralidade metodológica do fazer científico, entre outros construtos, para explorar formas de combater o machismo institucional na Ciência.

Cursos Pré-Vestibulares populares

Nossos apontamentos anteriores dizem respeito à parcialidade da Ciência, ao pluralismo metodológico e a importância da participação feminina nas áreas de CTEM na sociedade contemporânea. “A ciência não está fora do sujeito, mas situada, localizada, num tempo e num espaço determinados pelo gênero, etnia/raça, classe social, geração, de acordo com os contextos históricos, sociais e culturais” (SILVA, 2012, p. 37). Schiebinger (2001) crítica tendências feministas anteriores a sua (o feminismo da diferença, em específico) que encaram a mulher a partir de uma visão reducionista, de “mulher universal”. Esse tipo de postura é considerado como um problema pela autora por desconSIDERAR a multiplicidade de classes, etnias/raças, identidades sexuais e gerações, ignorando as diferentes histórias e trajetórias que têm diferentes mulheres. Silva (2012) identifica que uma das características da profissão de cientista é a relação com classes sociais burguesas.

O conhecimento não é transmitido para todos da mesma forma como a escola faz parecer. Os estudantes pertencentes às classes mais favorecidas possuem o que Bourdieu chamou de *capital cultural*, ou seja, um capital de cultura que é herdado do seu meio onde convive. Em uma sociedade dividida em classes o capital cultural pode ser entendido como uma moeda que as classes dominantes utilizam para acentuar as diferenças. Estudantes de classes populares com menor volume de capital cultural tendem a possuir uma maior dificuldade de compreender os conteúdos impostos pela escola e desta forma acabam por ser marginalizados por estes espaços, enquanto são valorizados os que possuem um capital cultural maior. Desta forma, a classe dominante impõe as classes populares sua própria cultura como tendo um valor maior do que as demais e a escola, justamente, reproduz esse discurso no que Bourdieu chama de *arbitrário cultural dominante*. A diferença de distribuição de capital cultural no *Campo* (BOURDIEU, 1992) da

escola estrutura as desigualdades nas relações de poder, entre aquilo que é o bom e aquilo que não é, no contexto escolar.

A ideia de instituições de ensino neutras corrobora o pressuposto meritocrático que sustenta os vestibulares e processos de ingresso ao ensino superior. Contudo, assim como a ciência, a escola também não é neutra (BOURDIEU, 2004). Pesquisadores como Kleinke (2017) e Nascimento (2019) avaliam que diferenças socioeconômicas são determinantes no desempenho dos estudantes nas provas de Física (ciências da natureza) do exame nacional do ensino médio (ENEM). Com o objetivo de enfrentar as diferenças de classe, por meio da educação, surgiram espaços preparatórios para exames vestibulares orientados pela concepção de que o ensino não é neutro. Os chamados cursos pré-vestibulares populares² buscam preparar estudantes provenientes de classes populares para ingressarem em instituições de ensino superior. Atualmente, há cerca de dezesseis cursos pré-vestibulares populares na região da grande Porto Alegre. Em sua grande maioria os cursos, estes autodeclarados como sendo de educação popular, possuem processos de seleção que consideram a renda dos (as) candidatos(as) e seu perfil socioeconômico como um todo. Dessa forma, a entrevistada nesta pesquisa, sendo ex-aluna desses espaços, poderia ser, de acordo com tais critérios, oriunda da classe popular.

Os Retratos Sociológicos

Embora a teoria do *habitus* (BOURDIEU, 2006) se comprometa a negar os extremos subjetivista e objetivista (BOURDIEU, 2002), Lahire (2002) crítica a transferibilidade presente na obra bourdiana por caracteriza-lá enquanto objetivista, na medida em que, as disposições do indivíduo são tomadas como sujeitas da classe social. Bernard Lahire, por sua vez, buscou delinear um tratamento propriamente sociológico para a individualidade. A sociologia à escala individual, proposta por Lahire, se ocupa em analisar os patrimônios individuais de disposições. A esse respeito,

[...] quanto mais variadas forem as trajetórias sociais possíveis e quanto maior for o acesso a experiências sociais distintas, mais autêntica será nossa individualidade e mais notáveis serão as variações individuais dos nossos patrimônios de disposições. Com efeito, mais que sociologicamente compreensível, a individualidade (caracterizada aqui pelas variações dos patrimônios de disposições) é sociologicamente necessária em formações sociais diferenciadas por resultar da variedade e heterogeneidade da experiência social incorporada. Essa variabilidade leva Lahire a abandonar o conceito de *habitus*, que pressupõe coerência e transferibilidade dos princípios que orientam a prática, em favor da análise de patrimônios e disposições possivelmente heterogêneos e sempre situados em contextos específicos (LIMA JR., MASSI, 2018, p. 32 - 34).

O conceito de disposição é apresentado inicialmente em Bourdieu (2002). Todavia, Lahire aprofunda discussões em torno deste construto. Lahire (2004) destina boa parte de seu escrito para esclarecer distinções entre disposição e elementos como crenças e competências. É nesta obra que o autor apresenta, também, sua metodologia de estudo para a sociologia à escala individual: os retratos sociológicos. Essa ferramenta é discutida no âmbito do Ensino de Ciências brasileiro

² O trabalho de Silva (2008) discute a realidade de um curso pré-vestibular popular localizado na favela da Rocinha, no Rio de Janeiro.

no livro “Retratos da docência” (LIMA JUNIOR; MASSI, 2018). Em síntese, trata-se de uma espécie de estudo de caso, feita através de uma entrevista que busca identificar os diferentes tipos de disposições dos entrevistados (LAHIRE, 2004).

O Retrato Sociológico de Léia Rosa

Léia Rosa tinha 20 anos na época da entrevista. Era solteira, residia com uma amiga, no bairro Restinga, próxima a casa de seus pais. Ela sempre morou nesse bairro, desde que nasceu. Também cursou seu ensino fundamental e médio neste mesmo bairro, ambos na mesma escola. Sua mãe é técnica em Enfermagem e seu pai é segurança, ambos concluíram o Ensino Médio. Seu pai concluiu esse nível de estudo após os trinta anos de idade. Ela possui três irmãos dos quais dois mais novos. Seu irmão mais velho ingressou e abandonou o ensino superior, uma irmã mais nova cursa biologia e o mais jovem dos irmãos ainda está na educação básica. Léia afirma que seus pais eram presentes na vida escolar sua e de seus irmãos. Ela percebe que o incentivo de seus pais em relação aos estudos se deva a crença de que seus filhos alcançariam uma ascensão social.

O patrimônio de disposições de Léia Rosa

Hipótese 1: Disposição comunitarista

Descrição: Envolve a preferência por agrupamentos, associações e atividades em grupo. É possível identificar essa disposição em sujeitos que priorizam a integração em comunidades para o convívio profissional, religioso, educacional. “Refere-se também a uma forma específica de organização interna dessas comunidades, tendo em vista a preocupação com o outro e o bem de todos” (LIMA JUNIOR; MASSI, 2018, p. 98).

Gênese: O fato de seu pai morar no mesmo bairro de seu nascimento desde os quatro anos de idade dele, induziu uma origem do comunitarismo em Léia. Um dos elementos marcantes de sua adolescência foi quando os estudantes de sua escola se mobilizaram e, inclusive, foram até um jornal comunitário do bairro para denunciar a falta de energia elétrica na escola que perdurava por três meses, ocasionando que não houvesse aula.

“ [...] com certeza a escolha do meu curso foi influenciada por eu morar lá, porque eu escolhi fazer licenciatura, então eu tive contato com a escola pública, como é a realidade da escola pública, como são os alunos, a defasagem do ensino. Eu fui aluna de um cursinho pré-vestibular, ou seja, não paguei nada; foi na própria comunidade lá [...] então todas essas vivências, foram me fazendo querer fazer parte dessa construção, me deu vontade de ensinar, de tá numa escola, num cursinho, pra ajudar, principalmente a comunidade, que são pessoa que realmente precisam.”

Série de comportamentos, atitudes e práticas recorrentes: Léia narra ter despertado o prazer por ensinar desde criança. Esse processo pode ser interpretado como um desdobramento da disposição comunitarista, na medida em que, Léia relaciona o gosto por ensinar a ações de ajudar os demais. Na época da entrevista, Léia lecionava a disciplina de Física no cursinho que havia sido aluna. A entrevistada afirma que ao tentar motivar seus alunos a estudar para o vestibular e a gostar de Física acabava se auto-motivando a estudar mais. Segundo ela:

[...] talvez o lugar que eu mais tenha me motivado na faculdade toda, foi dentro da sala de aula (do cursinho), porque a maioria das vezes, eu entrava e eu saía de lá 200% melhor.[...] eu queria estudar, pra ser melhor ainda pra eles, poder falar mais coisas pra eles, poder pegar mais exemplos pra dar pra eles, fazer aulas melhores. Então queria me superar, pra ser melhor pra eles, porque eu sei como era importante pra eles, sabe?

Quando Léia assume a posição de professora, dentro do próprio bairro no qual cresceu e estudou, sua disposição comunitarista parece sofrer um tipo de adaptação, tendo em vista que a mudança de posição, de aluna à professora, representa alteração do seu papel dentro da comunidade. Ela relaciona sua motivação em lecionar nesse curso pré-vestibular por se sentir importante, o que reforça o valor atribuído pela mesma por fazer parte da comunidade, “é como se eu me sentisse útil [...]o que tô estudando, o que eu tô fazendo, tá ajudando alguém, no caso, todos eles que estavam lá, porque eles trabalham o dia inteiro e ainda vão lá de noite pra estudar pro vestibular”.

Considerando a „socialização baseada em gênero” (REINKING; MARTIN, 2018), é possível identificar que Léia não percebe distinção, no fato de ser mulher, no tratamento em seu contexto familiar no que diz respeito a sua escolha pelo curso de Física. Porém, percebe comentários pejorativos em outros contextos nos quais integra, como grupo de amigos da escola, o que indica uma forma de „influência por pares” (REINKING; MARTIN, 2018).

Transferibilidade de contextos: A disposição comunitarista de Léia foi transferida consistentemente de sua família, passando por seus estudos e se manifestando em sua identidade docente.

Inibição: Foram recorrentes, ao longo da entrevista, manifestações de Léia com respeito a se sentir útil durante o exercício da docência. Ela encara o ato de dar aula como uma tarefa desafiadora ao mesmo tempo em que se identifica enquanto alguém detentora de competência desafiante. No entanto, a entrevistada narra um episódio que ocorreu ao longo de seu estágio de observação da licenciatura, no qual se sentiu impotente. No episódio mencionado, um grupo de alunos de uma turma de terceiro ano levanta de suas classes e vai para o fundo da sala, onde ficam mexendo nos celulares e conversando, alheios a aula, sobre drogas e armas, assuntos que ela avalia como mais interessantes para eles.

Hipótese 2: Disposição Rigorista

Descrição:

Qualidade de quem persegue seus objetivos de maneira disciplinada, austera e obstinada. [...]Ele seria empregado discursivamente pela classe média para construir uma imagem mais nobre de si (os mais pobres e mais ricos costumam ser percebidos como hedonistas). Portanto, o rigorismo não se alimenta somente da esperança de uma satisfação futura, mas da convicção de que todas as conquistas resultam de mérito e esforço (LIMA JUNIOR; MASSI, 2018).

Gênese: O apoio de seus pais em relação aos estudos foi lembrado, entre outras formas, através da lembrança de regras como “só pode brincar depois que fizer o tema”. Isso denuncia que a disposição rigorista se inicia na intersecção entre os contextos familiar e escolar. Enquanto aluna na educação básica, Léia narra um comportamento regrado comprometido com as tarefas, que ela também identificava em outras meninas, mas não nos colegas meninos.

Série de comportamentos, atitudes e práticas recorrentes: Conforme identificado anteriormente, Léia detém de uma competência desafiante. Durante a sua educação básica ela enxergava as disciplinas de ciências de uma forma “bonita” e julgava dominar o conteúdo satisfatoriamente. Entretanto, ela realizou uma avaliação a qual a fez perceber que ela talvez não estivesse apta frente ao conteúdo de Física. O “fracasso” nesta prova foi interpretado como um desafio que a motivou a saber mais sobre Física e acabou contribuindo para sua escolha de graduação. Mediante muito esforço e dedicação, Léia foi avançando no curso e segundo suas próprias palavras, percebendo a “beleza da Física”. A escolha pela licenciatura também se justifica, em parte, pelo gosto ao desafio. Léia encara a desvalorização da profissão docente, exemplificada em sua fala pelos baixos salários, como um desafio. Com seu desenvolvimento, enquanto professora, ela também passou encarar aprendizagem dos seus estudantes como outro desafio. Nesse sentido, é possível perceber manifestações de sua disposição rigorista no empenho ao elaborar as aulas e o ato de forçar, através da prática, um desenvolvimento metodológico frente ao ensino. Para ela a graduação no geral a motiva a pesquisar.

Tu fica excitado por saber mais, então tu vai procurar outros livros, outras referências, artigos. Tu vai tentar estar sempre inteirado do que tá acontecendo dentro da ciência, tu conhece o mundo da ciência, sabe? Cientistas e a sociedade científica. Tu vai tendo contato com outras coisas [...] tu pega um livro e tu consegue. A gente é capaz, não é impossível, nada... „aí, Física é impossível, não tem como...“, não, tem como!

Podemos perceber ao decorrer da entrevista de Léia falas de mérito e esforço, o que analisamos como um pensamento meritocrático pela mesma. Para Bourdieu esse pensamento é recorrente na classe média, onde acreditam que através do seu esforço chegarão a algum lugar. Percebemos o rigorismo de Léia quando ela se depara com os problemas identificados no estágio de observação. A professora titular da disciplina a incentivou a ministrar algumas aulas, porém, por seguir as regras de maneira austera, Léia optou por apenas cumprir a observação, embora isso lhe incomodasse como ela mesma narra: “Então eu só entro na sala e observo, daí às vezes eu fico até um pouco deprimida, sabe? Porque, aí falando sério, as aulas são deprimentes, é chato, daí eu fico pensando: „puxa vida, eu queria estar fazendo alguma coisa mas eu não posso””.

Transferibilidade de contextos: A disposição rigorista de Léia foi transferida consistentemente de sua família, passando por seus estudos e se manifestando em sua identidade docente.

Inibição: Ao decorrer da narrativa de Léia podemos perceber algumas fugas do rigorismo, como por exemplo, os questionamentos frente à dificuldade das disciplinas que a induzem ao abandono das regras, como desistência do curso. Todavia, ela afirma que esses momentos possuem curta duração.

Considerações Finais

Através da análise do patrimônio de disposições de Leia Rosa, foi possível identificar as motivações que a fizeram optar pela licenciatura em Física. Sua competência desafiante, implicitamente relacionada à disposição rigorista, a fez encarar a Física como um desafio e a graduação em Física como uma forma de atingir sucesso nesse desafio. A licenciatura também foi encarada como um desafio, na medida em que a profissão docente é associada à desvalorização profissional. Quanto à permanência é possível identificar uma reinvenção na forma como Leia encara a docência, passando a integrar sua disposição comunitarista de modo a se

sentir mais útil a sua comunidade contribuindo para que estudantes oriundos daquele bairro, assim como ela, acessem o ensino superior. Acreditamos que nosso trabalho possa contribuir para a área de Ensino de Física, na medida em que propomos uma forma relativamente nova na linha de pesquisa de sociologia da educação para tratar elementos de gênero e classe.

Referências

- BOURDIEU, P. O ponto de vista do autor: algumas propriedades gerais dos campos de produção cultural. In: BOURDIEU, P. *As regras da arte: gênese e estrutura do campo literário*. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. p. 243-316.
- BOURDIEU, P. *Esboço de uma teoria da prática: precedido de três estudos de etnologia cabila*. São Paulo: Celta, 2002.
- BOURDIEU, P. *A distinção: crítica social do julgamento*. Porto Alegre: Zouk, 2006.
- GEDOZ, L. *Implicações do conhecimento conectado para o ensino de física: uma análise do projeto gurias nas exatas*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 117. 2019.
- KELLY, A. M. Social cognitive perspective of gender disparities in undergraduate physics. *Physical review physics education research*, v. 12, n. 020116, PP. 1-13. 2016.
- KLEINKE, M. U. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do ENEM 2012. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 2, p.e2402-1-e2402-19, 2017.
- LAHIRE, B. Reprodução ou prolongamentos críticos? *Educação e Sociedade*, v. 23, n. 78, pp. 37-55. 2002.
- LAHIRE, B. *Retratos sociológicos: disposições e variações individuais*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- LIMA JR., P. ; MASSI, L. *Retratos da docência: contextos, saberes e trajetórias*. 1. ed. Araraquara, SP: Letraria, 2018.
- NASCIMENTO, M. M. *O acesso ao ensino superior público brasileiro: um estudo quantitativo a partir dos microdados do Exame Nacional do Ensino Médio*. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 292. 2019.
- REINKING, A.; MARTIN, B. The Gender Gap in STEM Fields : Theories , Movements , and Ideas to Engage Girls in STEM. *Journal of New Approaches in Education Research*, v. 7, n. 2, p. 148–153, 2018.
- SCHIEBINGER, L. *O feminismo mudou a ciência?*. São Paulo: EDUSC, 2001.
- SILVA, R. T. A formação de professores e os currículos praticados em um movimento de educação popular na rocinha. *Educação em Revista*, v. 12, n. 48, pp . 61-80. 2008.
- SILVA, F. F. *Mulheres na ciência: vozes, tempos, lugares e trajetórias*. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Rio Grande. Rio Grande, p. 147. 2012.

AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NOS CONCEITOS DE FÍSICA DOS INTÉRPRETES DE LIBRAS DAS ESCOLAS DA GERED DE CHAPECÓ-SC E SUAS PERCEPÇÕES QUANTO AOS ASPECTOS QUE INFLUENCIAM SUA PRÁTICA PROFISSIONAL

THE MISCONCEPTIONS IN PHYSICS CONCEPTS KNOWLEDGE OF LIBRAS INTERPRETERS OF GERED'S SCHOOLS OF CHAPECÓ-SC AND THE ASPECTS THAT INFLUENCE THEIR PROFESSIONAL PRACTICE

Ma. Camila Gasparin¹, Dra. Lísia Regina Ferreira²

¹Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/ Departamento de Ensino, Pesquisa e Extensão, camila.gasparin@ifsc.edu.br

²Universidade Federal da Fronteira Sul, lisia.ferreira@uffs.edu.br

Resumo

A legislação brasileira garante direito ao atendimento das pessoas surdas tanto com acompanhamento por intérprete de Libras em sala de aula quanto com atendimento educacional especializado com profissionais capacitados quando necessário para que seja garantida a inclusão destes alunos em relação ao conhecimento trabalhado em sala de aula e a convivência social com os demais sujeitos da comunidade escolar. Para compreender melhor a inclusão e seus aspectos na visão dos intérpretes, aplicamos questionário sobre os conceitos de Física para analisar as concepções alternativas presentes no conhecimento dos sujeitos e realizamos entrevistas semi-estruturadas que foram posteriormente transcritas e analisadas de acordo com a análise de conteúdo para percebermos quais os aspectos considerados relevantes pelos participantes como influência a sua prática profissional em sala de aula. Os participantes foram quatro intérpretes de Libras das escolas da GERED de Chapecó-SC e os questionários respondidos mostraram estarem presentes as mesmas concepções alternativas amplamente diagnosticadas na literatura, especialmente quanto aos conceitos de posição, velocidade, aceleração, calor, temperatura e carga elétrica. As entrevistas mostraram que na visão dos intérpretes é importante o aluno surdo se ver como sujeito Surdo e atuar em defesa e na exigência do cumprimento de seus direitos, ter possibilidade de afastamento para capacitação e formação continuada, a consciência do professor das necessidades do aluno surdo e o entendimento de que a responsabilidade da aprendizagem do aluno é dele e não do intérprete. Na visão dos intérpretes e apesar da legislação exigir, não há efetiva inclusão do aluno surdo nas escolas pois eles não têm plena condição de acesso, comunicação e convivência em todos os locais, momentos e com todos sujeitos da escola sem, e até mesmo com, a presença do intérprete.

Palavras-chave: Inclusão; concepções alternativas; intérprete de Libras.

Abstract

Brazilian law guarantees the right of deaf people to be assisted by a Libras interpreter in classroom as well as educational specialized attendance by trained professionals when necessary, so these students' inclusion is guaranteed regarding the knowledge elaborated in classroom and the social living with other subjects of the school community. To understand better the inclusion and its aspects according to the Libras interpreters view they answer to a questionnaire about the Physics concepts to analyze the misconceptions present in it and we interviewed them with a semi-structured script which answers were transcribed and analyzed according to content analysis for us to perceive which aspects they consider relevant by the participants as an influence in their professional practice in classroom. The participants were four Libras interpreters of GERED's (Regional Education Management Unit) schools in Chapecó-SC and the questionnaires answered showed being present the same concepções alternativas greatly diagnosed in literature, specially about the concepts of position, velocity, acceleration, heat, temperature and electric charge. The interviews showed that in their view it is important for the deaf student to see itself as a Deaf subject and act in defense and demand the fulfillment of its rights, have the possibility of absence from work for training and continuing education, the teacher's consciousness of the student's needs and the understanding that the responsibility for the student's learning is his and not of the interpreter. In the interpreters' vision, and although the law demands, there's no effective inclusion of the deaf student in school once they have no plain condition of accessing, communicating and living in every place, moment and with all the other subjects of school without, and sometimes even with, the presence of the interpreter.

Keywords: Inclusion; concepções alternativas; Libras interpreter.

Introdução

Este artigo apresenta de forma resumida o desenvolvimento e resultados obtidos em pesquisa para dissertação de mestrado. Houve grande influência de Botan (2012), que durante as observações que realizou em sala de aula inclusiva, percebeu uso de sinais equivocados por parte da intérprete que atuava com o aluno surdo Pedro. Quando a questionou sobre o uso do mesmo sinal para sinalização dos conceitos peso e massa, ela disse que não conhecia sinal específico para a massa e que para ela peso e massa eram a mesma coisa.

Considerando esta possibilidade de equívocos de interpretação causadas por concepções alternativas dos conceitos de Física, seguiu-se para a pesquisa realizada a fim de responder quais seriam estas concepções alternativas que os intérpretes de Libras teriam após sua formação básica e profissional. A pesquisa completa (Gasparin, 2019) também tratou da percepção que eles têm da influência de seus conceitos de Física em sua prática profissional e dos diversos aspectos apontados por eles com influentes neste processo.

De acordo com a Política nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva (MEC, 2008) que objetiva assegurar a inclusão de alunos com deficiência ao ensino regular da educação infantil à superior com atendimento especializado quando necessário e formação de profissionais para atender esta demanda, bem como acessibilidade nas comunicações e informação. Neste sentido, a lei nº 10.436/2002, garante quanto à comunicação, o respeito da Libras como língua materna das comunidades surdas, e o decreto nº 5.626/2005 garante o atendimento dos estudantes surdos, devendo as escolas serem inclusivas e se organizarem para atender à demanda.

O intérprete de Libras e sua formação

Para atender aos alunos surdos nas escolas inclusivas, conforme a legislação, é necessário o intérprete de Libras, uma vez que estes alunos não têm acesso ao português oral e muitas vezes têm conhecimento limitado do português escrito e até mesmo da Libras.

Cabe ao intérprete, de acordo com a lei nº 12.319/2010 que regulamenta a profissão de Tradutor e Intérprete da Língua Brasileira de Sinais – Libras, possibilitar a comunicação entre professores e alunos surdos mas também entre esses e todos outros sujeitos da comunidade escolar, de tal forma que deva estar presente e acompanhando o aluno surdo não apenas durante as aulas mas também durante todas outras interações sociais. Cabe dizer que esta necessidade nasce da falta ou do diminuto conhecimento da Libras por parte dos ouvintes desta comunidade. Esta lei também determina que a formação para esta profissão pode se dar por cursos de formação profissional, continuada ou extensão universitária, sendo de responsabilidade da União a realização anual do exame nacional de proficiência em Tradução e Interpretação de Libras - Língua Portuguesa.

Metodologia

A pesquisa foi realizada com o uso de dois instrumentos, questionário aberto e entrevista semiestruturada que foi gravada mediante expressa autorização por escrito dos participantes e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Foram quatro participantes, intérpretes de Libras que atuam nas escolas da Gerência Regional de Educação (GERED) de Chapecó-SC atuando como intérprete de Libras no ano de 2019 ou como professor da sala de atendimento educacional especializado da escola mas tendo atuado como intérprete de Libras em 2018.

Posteriormente as entrevistas foram transcritas e realizada a análise de conteúdo (Bardin, 1977) iniciando com leitura flutuante para que pudessem emergir as categorias indicando quais aspectos os intérpretes julgam relevantes a sua atuação profissional e como veem a influência de seu conhecimento de física nela.

Os questionários foram divididos em três partes, correspondentes aos conceitos abordados nas disciplinas de Física I, II e III do Ensino Médio Integrado do IFSC campus Chapecó, e abordaram dezessete conceitos de física - posição, velocidade, aceleração, força, energia, inércia, onda, som, luz, trabalho, calor, temperatura, carga elétrica, campo elétrico, campo magnético, radioatividade e dualidade onda-partícula - em duas partes, a primeira questão era “Escreva o conceito de cada termo de acordo com o que você entende por:”.

A segunda questão era “Explique os seguintes fenômenos, com os conceitos físicos envolvidos, de acordo com seu entendimento e conhecimento”, na qual os fenômenos a serem explicados eram “Um carrinho desce uma montanha russa”, “Uma mola é comprimida e logo depois solta”, “Um corpo cai no chão”, “Quando o ônibus freia bruscamente, o passageiro em pé parece ser lançado para frente”, “Um automóvel se desloca de Chapecó a Florianópolis”, “Dois corpos a diferentes temperaturas e isolados, depois de um intervalo de tempo terão a mesma temperatura”, “A corda de um violão, ao ser tangida, emite um som”, “Um lápis em um corpo, com metade de seu corpo, apenas, submerso, parece quebrado a um observador fora da água”, “Apenas cerca de 40% do combustível utilizado no motor de um carro é utilizado, efetivamente, para deslocá-lo”, “Um bloco de metal aumenta de volume ao elevarmos sua temperatura”, “Para acender a lâmpada em uma sala é necessário pressionar um interruptor”, “Em um elevador com as portas fechadas não é possível receber nem fazer uma ligação com o telefone celular”, “Usinas hidrelétricas geram energia elétrica”, “O arco-íris”.

As respostas ao questionário e os conceitos elaborados foram comparados com aqueles presentes nos três livros de Barreto Filho e Silva (2016), amplamente usados no Ensino Médio e aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018.

Resultados e Discussão

Das respostas apresentadas nos questionários, na primeira etapa proposta, percebemos não haver clareza de alguns conceitos especificamente como os de posição, velocidade, aceleração, calor, temperatura e carga elétrica.

As *miconceptions* presentes nos conceitos de posição, velocidade e aceleração, pode ser resultante da falta de clareza do conceito de referencial, uma vez que os três conceitos estão diretamente ligados ao referencial do objeto ou sujeito. Não é possível descrever a posição de um objeto sem a ideia de origem de um referencial, sem isso não é possível descrever seu deslocamento, velocidade e aceleração.

O conceito de calor não foi elaborado adequadamente por nenhum dos sujeitos, simplesmente não existe, tendo sido descrito sempre em aspectos de sensação, do senso comum, confundido como temperatura, apesar de esta ter sido citada por um dos participantes como característica macroscópica passível de medição.

Quanto à carga elétrica, nenhum participante conceituou-a como entidade própria, sempre relacionando a componente do átomo ou a um corpo estar ou não eletricamente carregado, o que demonstra não saber ou compreender o que é a carga elétrica em si, conseguindo apenas conceituá-la através de outros conceitos e entes físicos.

Na segunda etapa, transcritas as entrevistas, passamos para a leitura flutuante a fim de perceber quais categorias emergiram, ou seja, quais seriam os aspectos percebidos por estes como influentes em sua prática profissional. As categorias que emergiram mostram que os aspectos que influenciam a prática profissional dos intérpretes são, na visão dos mesmos, inicialmente, a própria influência da legislação atual quanto à inclusão dos alunos surdos, considerando a importância do protagonismo surdo na escola e falta de concursos públicos ou

editais para admissão em caráter temporário (ACTs) inadequados e suas consequências; a seguir, falam dos aspectos gerais que influenciam sua prática profissional; e como última instância da análise dos sujeitos, há a análise dos participantes quanto a sua relação com o professor de Física com os quais atuam e atuaram, citando a postura do intérprete frente ao professor e do professor frente ao intérprete e a necessidade de preparação antes da interpretação.

Categoria 1: A inclusão dos surdos nos moldes da legislação atual:

Três dos quatro sujeitos entrevistados não consideram que haja inclusão efetiva do surdo na escola, uma vez que esta seria não apenas quanto ao discurso do professor em sala de aula mas também social tanto com os colegas como com os outros membros da comunidade escolar conforme podemos ver na fala de I4,

Ó, o que seria, pra mim, inclusão nos moldes do que a lei fala, a inclusão seria o surdo chegar e ser entendido em qualquer lugar que ele estivesse e entender qualquer coisa que estivesse na sua visão. Então eu acho que isso seria inclusão (I4).

A aceitação do surdo e inclusão social deste foi colocada como necessitando de estímulo em todos os anos da educação básica para que seja efetiva pois sem a recepção dos colegas não é possível que ela aconteça, conforme coloca I1,

Do primeiro ao quinto ano, eu acho que ela acontece muito válida. É uma inclusão que acontece porque as crianças recebem com muito carinho, as crianças, elas acham legal, elas se apaixonam por essa área (I1).

Este aspecto é posto na Convenção sobre o Direito das Pessoas com Deficiência da ONU (2006), retificado pelo decreto legislativo número 186 de 2008 e o decreto executivo número 6.949 de 2009 que colocam que a educação inclusiva deve ocorrer em todo sistema e em todos níveis de ensino, devendo estes serem ambientes que maximizem o desenvolvimento do sujeito, não apenas acadêmico mas também social, coadunando com a meta de plena inclusão.

Subcategoria 1.1: Protagonismo do Surdo na escola:

A luta da comunidade surda foi o que levou à conquista de direitos através da legislação garantindo a inclusão, o atendimento educacional especializado e acompanhando de intérprete em sala de aula. Após a conquista destes direitos e, principalmente para quem não viveu a época anterior a eles, pode parecer que estes são permanentemente garantidos e imutáveis. A verdade, no entanto, é que se não houver vigilância e exigência do cumprimento destes e da manutenção e evolução da legislação referente, corre-se o risco do retrocesso.

Isto posto, os alunos com os quais os intérpretes entrevistados trabalharam trazem, ao ver deles, a despreocupação com a luta pela inclusão, conforme relato de I4,

O surdo parece que não se preocupa muito em querer tá... [...] Parece que o surdo, ele não se preocupa muito, tipo assim, eu preciso me incluir. Parece que a preocupação é mais do intérprete ou do professor bilíngue em fazer isso (I4).

Não havendo uma forte comunidade e associações de surdos em Chapecó-SC, os surdos que aqui residem não têm o conhecimento e esclarecimento da luta que foi necessária para as conquistas que se deram. Assim, são sujeitos não politizados, não capazes então de atuar em sua realidade ativamente neste sentido.

Subcategoria 1.2: Falta de concursos públicos ou editais ACTs inadequados e suas consequências:

Durante as entrevistas, os intérpretes relataram não ter havido concurso público para intérprete de Libras para as escolas da GERED desde o ano 2000. Na visão deles isto acarreta diversas dificuldades em sua atuação como a constante mudança de escola, uma vez que, sendo contratados, podem ser enviados para nova escola a cada novo contrato e ano, ou seja, há dificuldade em realizar um trabalho prolongado com os alunos e construir laços e relações de confiança quanto ao seu trabalho com os professores. Não havendo vínculo de longo prazo e estabilidade, também há dificuldade para continuar sua formação, uma vez que não dispõe de afastamento para pós-graduação, por exemplo. Até é possível conseguir dias de liberação com a escola porém, sem a possibilidade de contratar intérprete para acompanhar o aluno neste dia, esse ficaria desassistido.

Os próprios editais ACTs através dos quais são contratados foram colocados como problemáticos por não haver banca de avaliação de conhecimento de Libras e capacidade de interpretação de forma geral, sendo os requisitos apenas graduação ligada a área de educação como pedagogia e licenciaturas e curso de 80 horas de Libras, o que não é minimamente adequado considerando a necessidade de profundo conhecimento da língua para realização de interpretação simultânea.

Categoria 2: Aspectos que influenciam sua atuação profissional:

Nesta categoria, mais geral, agrupamos a diversa gama de aspectos citados por eles. Estes aspectos incluem o conhecimento e domínio de Libras mas a falta de sinais específicos para os conceitos não foi colocado como um aspecto que influencia, sendo driblada através da criação e combinação de sinais entre intérprete e surdo.

A participação do professor, sua interação com o aluno e a preocupação com sua aprendizagem são vistas como essenciais para a construção de conhecimento do aluno, bem como a percepção das necessidades do intérprete para sua atuação adequada como boa iluminação da sala de aula, posicionamento do professor e liberdade de posicionamento do intérprete fisicamente na sala de aula, podendo se colocar onde preferir como ao lado ou em frente ao aluno, ao lado do professor com um quadro próprio ou dividindo o quadro com o próprio professor.

O papel das famílias também é considerado importante, influenciando nas vivências com as quais o aluno consiga relacionar o conhecimento trabalhado na sala de aula e construí-lo e no conhecimento de Libras do aluno surdo.

Os entrevistados citam como maior dificuldade de interpretação e aprendizagem do aluno surdo as ciências exatas, e colocam como possível causa a falha no desenvolvimento do raciocínio lógico nos primeiros anos de escolarização, ainda que também haja dificuldade de aprendizagem no português causada pela diferença de estrutura entre ela e a Libras.

Categoria 3: Relação entre intérprete e professor de Física:

Todos intérpretes de Libras colocaram ser de suma importância a relação de confiança e colaboração entre eles e os professores de Física, sempre lembrando não serem eles os professores da disciplina e que sua atuação é possibilitar a comunicação entre professor e aluno surdo.

Subcategoria 3.1: Postura do intérprete frente ao professor e do professor frente ao intérprete:

Os sujeitos entrevistados relataram ainda haver desinformação por parte dos professores do significado de inclusão, das necessidades do aluno surdo e do intérprete e até resistência à inclusão deles, não vendo eles como seus alunos, mas do intérprete, sem a preocupação com a aprendizagem e nem mesmo em se comunicar com eles. Os professores ainda confundem o sentido da audição com o desenvolvimento cognitivo e as capacidades do aluno surdo, considerando a presença deste até mesmo como um incômodo. Existem, no entanto, exceções, casos de professores que procuram os intérpretes para compreender quais são as necessidades dos alunos surdos e como poderiam ser adaptadas as atividades desenvolvidas em sala e avaliativas para se tornarem acessíveis a eles.

Subcategoria 3.2: Necessidade de preparação antes da interpretação:

Os intérpretes relataram não apenas a necessidade de preparação quanto a consultar glossários de sinais mas também para poderem rever os conceitos a serem trabalhados nas aulas e esclarecer eventuais dúvidas com o professor da disciplina para que, tendo segurança do conteúdo a ser interpretado, possam escolher a estratégia de interpretação mais adequada. Este acesso prévio ao conteúdo não acontece uma vez que os intérpretes não têm acesso aos sistemas online de ensino nos quais, atualmente, os professores registram as aulas, presenças, planos de ensino e atividades.

A união dos resultados dos questionários de levantamento das concepções alternativas dos intérpretes de Libras e das três categorias aqui analisadas trouxe um panorama bastante completo para auxiliar a compreensão da perspectiva dos intérpretes quanto a sua prática profissional e os aspectos que a influenciam.

Conclusão

A pesquisa contou com a colaboração de quatro intérpretes de Libras da Gerência Regional de Educação (GERED) de Chapecó-SC e permitiu compreender melhor o conhecimento de Física deles, que tendo tido contato com a Física apenas no Ensino Básico apresentam as mesmas concepções alternativas amplamente diagnosticadas na literatura da área.

Como as possibilidades de formação para atuação profissional como intérprete de Libras é variada e sendo exigido nos editais para admissão em caráter temporário (ACT) da GERED, por exemplo, qualquer formação na área da Educação com apenas 80 horas de curso de Libras, percebemos não haver abordagem revisional dos conceitos científicos vistos na Educação Básica previamente à atuação como intérprete.

Das entrevistas, pudemos compreender a importância de uma relação colaborativa entre professor e intérprete, do tempo de preparação para que o

intérprete realize uma interpretação fidedigna e adequada, do papel do aluno surdo como sujeito politizado e participante ativo da comunidade surda para compreensão e exigência do cumprimento de seus direitos, bem como a visão dos intérpretes de, apesar de todo arcabouço legal bem colocado e completo, não há efetiva inclusão do surdo na escola, ou seja, não temos ainda uma escola realmente inclusiva.

Referências

- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 1. ed. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. **Física aula por aula: Mecânica**. 1º ano. 3a edição. São Paulo: FTD, 2016a.
- BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. **Física aula por aula: Termologia, Óptica e Ondulatória**. 2º ano. 3a edição. São Paulo: FTD, 2016b.
- BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 3º ano. 3a edição. São Paulo: FTD, 2016c.
- BOTAN, Everton. **Ensino de física para surdos: três estudos de casos da implementação de uma ferramenta didática para ensino de cinemática**. Dissertação de Mestrado, UFMT, 2012.
- BRASIL. **Decreto Nº 6.949**. Presidência da República, 25 de agosto de 2009.
- _____. **Lei Nº 12.319**. Presidência da República, 01 de setembro de 2010.
- CONGRESSO NACIONAL. **Decreto Legislativo nº 186**. Senado Federal, Brasil, 09 de julho de 2008.
- DUTRA, Claudia Pereira, et. al. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Grupo de Trabalho da Política Nacional de Educação Especial. Brasília, 2008.
- GASPARIN, Camila. **As Percepções dos Intérpretes de Libras sobre a Influência dos seus Conceitos de Física na sua Prática Profissional**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE. UFFS, 2019.
- INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **Resolução CEPE/IFSC nº 45**. Colegiado de Ensino, Pesquisa e Extensão. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 18 de maio de 2017.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA, ALFABETIZAÇÃO, DIVERSIDADE E INCLUSÃO. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasil, 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Coordenadoria Do Curso De Graduação Em Letras Libras – Língua Brasileira De Sinais**. Disponível em: <<http://letraslibras.grad.ufsc.br/projeto-politico-pedagogico/>>. Acesso em: 02 de outubro de 2018.

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA INVESTIGATIVO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

REFLECTIONS ON INVESTIGATIVE PHYSICS EDUCATION FOR VISUAL DISABLED PEOPLE

Bernardo Copello Alves¹, Maria da Conceição Barbosa-Lima², Deise M. Vianna³

¹FIOCRUZ / IOC, bernardocopelloalves@gmail.com

²UERJ / IFADT e FIOCRUZ / IOC, mcablma@uol.com.br

³UFRJ / IF e FIOCRUZ / IOC, deisemv@if.ufrj.br

Resumo

É realidade a presença de pessoas com algum tipo de deficiência em nossa sociedade, sendo, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a deficiência visual a mais representativa, acometendo algo em torno de 16,6 milhões de pessoas no Brasil. Dessa forma, este público se faz presente em nossas escolas regulares, sendo necessária a constante discussão da relação ensino e aprendizagem destes indivíduos em uma condição inclusiva. O presente trabalho busca refletir sobre o Ensino de Física em uma vertente investigativa para pessoas cegas ou com baixa visão, debatendo algumas possibilidades e alguns obstáculos. Com base em outros trabalhos, ressaltamos o fato de que o aluno com deficiência visual, *a priori*, não possui nenhuma incapacidade intelectual, tendo possibilidade de desempenho tal qual aqueles que enxergam, isto é, desde que atendido em suas especificidades. Nesse sentido, acreditamos na importância do Ensino de Física Investigativo para a formação cidadã do indivíduo no que se refere à Ciência e à Tecnologia, assim como pressuposto pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional em 1996. Tal perspectiva educacional, ao propor a problematização, corrobora com o professor para a formação de um senso crítico e reflexivo por parte de seu aluno.

Palavras-chave: Ensino de Física, Deficiência Visual, Ensino Investigativo, Educação Inclusiva.

Abstract

The presence of people with some type of disability in our society is a reality, according to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the most representative is the visual impairment, affecting around 16.6 million people in Brazil. Thus, this public is present in our regular schools, requiring the constant discussion of the teaching and learning relationship of these individuals in an inclusive condition. The present assignment aims to reflect on Physics Teaching in an investigative aspect for people who are blind or have low vision, discussing some possibilities and some obstacles. Based on other assignments, we emphasize the fact that the student with visual impairment, *a priori*, does not have any intellectual disability, having the possibility of performing just like those who see, that is, as long as they are met in their specificities. In this sense, we believe in the importance of

Investigative Physics Education for the individual's citizen formation with regard to Science and Technology, as well as presupposed by the Law of Guidelines and Bases of National Education in 1996. Such educational perspective, when proposing the problematization, corroborates with the teacher for the formation of a critical and reflexive sense on the part of his student.

Keywords: Physics Teaching, Visual Impairment, Investigative Teaching, Inclusive Education.

Introdução

À primeira vista nossa sociedade é voltada para pessoas normovisuais¹ e a transformação dessa realidade aponta para a mudança de modelos já fixados. Entretanto, vivemos em uma sociedade com inúmeras diferenças, sejam elas físicas, culturais, sociais, políticas, filosóficas, religiosas, entre outras tantas pluralidades. Todavia é assegurado por leis, independentemente de qualquer característica, o acesso de todos os seres humanos a direitos essenciais à vida e ao desenvolvimento como pessoa.

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base no censo de 2010, aproximadamente 14,5% da população possui algum tipo de deficiência. Tal percentual equivale a algo em torno de 24,5 milhões de pessoas. Onde a deficiência visual é a mais representativa, acometendo algo em torno de 16,6 milhões de pessoas, das quais aproximadamente 160 mil são cegas, 2,4 milhões apresentam grande dificuldade para enxergar e 14 milhões apresentam alguma dificuldade para enxergar.

Nesse contexto, é realidade a presença de alunos com deficiência visual matriculados em classes de escolas regulares, principalmente após a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996). Desse modo, é muito importante a constante discussão da relação ensino e aprendizagem deste público, que rotineiramente sofre preconceito em relação à sua capacidade intelectual. Nas palavras de Camargo (2008):

A cultura de videntes evidencia uma concepção de senso comum acerca da deficiência visual, que, longe de ser neutra, normaliza estruturas físicas e atitudinais inadequadas à participação efetiva de pessoas com deficiência visual na vida diária. Existe, portanto, uma representação social da deficiência visual que fundamenta o enquadramento da pessoa cega ou com baixa visão nos contextos da anormalidade e da incapacidade. (p. 19).

Como posto pelo autor no fragmento acima, é comum em pleno século XXI, a interpretação errônea de uma grande parte da sociedade de que o cego é incapaz de construir conhecimentos. Nessa mesma vertente, muitas vezes ouvimos questionamentos do tipo: “mas por que um cego precisa aprender Física, Química etc.”. Tal mentalidade é cruel ao tolher o indivíduo de inúmeras possibilidades e perspectivas, não só no campo da Ciência e da Tecnologia, mas também em outras áreas do conhecimento humano.

Somente a deficiência visual por si, não incapacita o indivíduo da premissa da construção do conhecimento. No entanto, cabe ressaltar que este indivíduo necessita de adaptações em sua relação ensino e aprendizagem, além de práticas

¹ Aqueles que não possuem deficiência visual.

que permitam a sua acessibilidade de informações. Tais adequações metodológicas são necessárias para o indivíduo alcançar a construção do conhecimento e uma alfabetização científica eficaz (ALVES et al., 2019).

Nesse sentido, acreditamos na importância da alfabetização científica, uma vez que ela tem como proposta...

[...] um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61).

Perante a esta discussão sobre alfabetização científica e sua importância para o indivíduo, fazemos neste trabalho uma reflexão sobre o ensino investigativo de Física para pessoas com deficiência visual e possíveis obstáculos nessa vertente.

A Física e a condição visual do discente

A Física é uma ciência que estuda diversos fenômenos que ocorrem em nosso Universo, desde movimentos subatômicos até o comportamento de galáxias. Nesse contexto, muitos acontecimentos estudados não são visíveis ao olho humano, sendo alguns notados através de percepções sensoriais e outros apenas analisados através de modelos científicos.

Desse modo, a Física em alguns momentos rompe com padrões habituais e familiares para os estudantes, onde o aparente e a visão podem ser uma barreira a compreensão, caracterizando obstáculos epistemológicos. Uma vez que a primeira experiência não possui uma base, crítica e reflexiva, conveniente para a formação de um verdadeiro espírito científico (BACHELARD, 1996).

Neste contexto, Camargo (2008) chama atenção para a necessidade de superarmos a relação entre conhecer e ver; afirmando, que a visão não pode ser um pré-requisito para o conhecimento da Física, chegando a propor que sua ausência...

pode indicar alternativas ao ensino de Física, as quais enfocarão a deficiência visual não como uma limitação ou necessidade educacional especial, mas como perspectiva auxiliadora para a construção do conhecimento de Física por parte de todos os alunos. (p. 25-6).

Nesta perspectiva, é importante esclarecer que a deficiência visual não se limita à cegueira congênita ou adquirida. O grupo das pessoas com deficiência visual abrange desde indivíduos completamente cegos até aqueles que tenham suas faculdades visuais parcialmente limitadas, onde tais condições não podem ser corrigidas com uso de lentes ou com procedimentos cirúrgicos. Este esclarecimento é muito importante, pois interfere na interpretação de fenômenos físicos por parte do aluno, assim como na maneira como o professor irá trabalhar com esse estudante.

Ressaltamos a importância do professor conhecer o seu aluno, pois uma vez que o indivíduo seja diagnosticado como “cego” ou “baixa visão”, não deve ser considerada apenas sua acuidade visual, mas também suas características físicas e psicológicas, avaliando o seu resíduo visual e a sua funcionalidade ao planejar aulas, trabalhos e avaliações (diagnóstico e prognóstico, acuidade visual para longe e perto, sensibilidade aos contrastes, visão para cores, etc.) (ALVES et al., 2019).

A partir do momento que no ambiente escolar os elementos visuais são fortemente utilizados, os outros sentidos ficam menosprezados, tornando-se quase inúteis. O que se acentua no Ensino de Ciências, onde é comum o uso de gráficos, tabelas e desenhos na resolução de problemas. No que se refere a alunos cegos ou com baixa visão, linguagens com estruturas puramente visuais não proporcionam as condições mínimas de acessibilidade às informações veiculadas (CAMARGO, 2016).

Sobre a perspectiva inclusiva para alunos com deficiência visual, para Tato (2016) é fundamental colocar em prática a percepção sensorial na relação entre ensino e aprendizagem. Isso corrobora com o ponto de vista de Soler (1999), pois segundo esse autor, a didática multissensorial, relativa aos sentidos humanos além da visão (tato, audição, visão, paladar e olfato), pode atuar como canal de entrada de informações importantes. Nessa perspectiva, a percepção do aluno deixa de ser apenas visual, o que é vantajoso para todos, independentemente de o indivíduo ter ou não alguma deficiência.

Ensino Investigativo

A atividade investigativa pressupõe a problematização e desafios para os alunos que buscam ocasionar a reflexão e a argumentação por parte deles. Então é solicitado ao aluno pensar, argumentar, testar hipóteses, entender que o erro faz parte do processo de aprendizagem e comunicar-se entre seus pares.

O ensino investigativo sempre nasce de uma questão ou pergunta problematizadora, que visa colocar em jogo as noções dos alunos sobre o fenômeno estudado, contribuindo para a interação discursiva entre alunos e professor (SASSERON e MACHADO, 2017).

Desse modo, o ensino investigativo contribui para a alfabetização científica e para uma leitura crítica do mundo por parte dos alunos, o que possibilita a transformação de sua realidade (FREIRE, 2006). O trabalho investigativo constitui uma estratégia pedagógica com potencial inovador, porquanto possibilita o trabalho em grupo, a pesquisa e a construção de novos conhecimentos e, por isso também, potencializadora de aprendizagens mais amplas e significativas para os educandos (MALHEIRO e FERNANDES, 2015).

Sobre o ensino investigativo para alunos com deficiência visual em uma perspectiva inclusiva no ensino médio, podemos citar como exemplo prático de aplicação em sala de aula, dois trabalhos apresentados no XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF, 2019). No primeiro, Fernandes, Vianna e Pimentel (2019) relatam uma atividade investigativa e inclusiva sobre conceitos iniciais de magnetismo. Já no segundo, Ferreira, Vianna e Gaspar (2019) relatam outra atividade investigativa e inclusiva sobre fenômenos ondulatórios. Em ambos os trabalhos, os autores escrevem que as propostas valorizaram os processos de argumentação, tanto para alunos com deficiência visual quanto para alunos normovisuais. A seguir discutiremos cada um destes trabalhos de forma breve.

No trabalho de Fernandes, Vianna e Pimentel (2019), os autores aplicaram um roteiro de atividade inclusiva para uma turma da terceira série do ensino médio de uma escola pública federal do Rio de Janeiro, onde havia alunos cegos e com baixa visão, além de normovisuais. Durante a atividade, todos os alunos normovisuais da turma estiveram com os olhos vendados, de modo que a visão não fosse um fator facilitador para resolver as situações problemas propostas à turma.

Alguns dados foram coletados e análises iniciais mostraram que a proposta valorizou os processos de argumentação, permissa para uma alfabetização científica. Segundo os autores, os problemas foram resolvidos de forma colaborativa, hipóteses foram levantadas e os conceitos de Física, envolvendo campo magnético e força magnética, foram assimilados de forma satisfatória.

No artigo apresentado por Ferreira, Vianna e Gaspar (2019), os autores utilizaram a didática multissensorial de Soler (1999) aplicada à Física ondulatória. O objetivo foi elaborar um material didático inclusivo que levasse o aluno do ensino médio, com ou sem deficiência visual, compreender o que são fenômenos ondulatórios. Embora seja uma proposta, cuja sequência de aulas tenha sido um pouco diferente do que a que se conhece, e é apresentada na maioria dos livros didáticos, os autores relatam que ao utilizarem uma proposta de Ensino de Física através de investigação, puderam observar uma boa aceitação e compreensão dos fenômenos estudados por todos os alunos, tanto os normovisuais quanto os com deficiência visual.

Algumas Possibilidades

O desenvolvimento cognitivo de uma pessoa com deficiência visual não é limitado, apenas apresenta particularidades, que devem ser estimuladas desde o nascimento do indivíduo. Segundo Farias (2004), a criança que nasceu com deficiência visual deve ser estimulada de maneira diferente, sendo apresentada a uma grande quantidade de estímulos que envolvam a audição e o tato, para que assim possa se desenvolver à sua maneira. Desta forma, esses sentidos se desenvolverão em conjunto, repercutindo em suas ações motoras.

Este pensamento corrobora o que Vigotski descreve sobre a cegueira. As obras desse autor sustentam que uma criança com defeito² não é necessariamente uma criança deficiente, mas sim uma criança que precisa superar esse defeito tomando caminhos alternativos (VIGOTSKI, 1997). Nas palavras do autor:

Os processos de compensação não estão orientados a completar diretamente o defeito, o que na maior parte das vezes é impossível, e sim a superar as dificuldades que o defeito cria. Tanto o desenvolvimento quanto a educação da criança cega não tem tanta relação com a cegueira em si, como com as consequências sociais da cegueira. (VIGOTSKI, 1997, p.19).

Nesse contexto social, a Educação Inclusiva ganha bastante destaque. Apesar da inclusão ser proposta atualmente com grande força, muitas pessoas ainda não compreendem o que significa viver e conviver de maneira inclusiva, como afirmam Sala e Amadei (2013). As autoras afirmam que:

A inclusão social faz parte de um projeto que visa incluir em todos os espaços sociais aquelas pessoas que se encontram à margem da sociedade. (...) um mundo que se queira de fato democrático, em que todos tenham voz e voz de boa qualidade e em prol do bem comum em detrimento de interesses pessoais ou de grupos, baseado nos princípios da tolerância, solidariedade, equidade de oportunidades e igualdade de direitos e deveres. (2013, p. 32-3).

Pode-se dizer que a educação escolar inclusiva diz respeito à atuação de todos os envolvidos no processo educacional: professores, alunos, pais e a escola

² Vigotski refere-se à deficiência utilizando a palavra defeito em sua obra.

como um todo. De modo que sejam construídas condições favoráveis à entrada e à permanência do indivíduo no ambiente escolar.

Barbosa-Lima, Catarino e Tato (2016) chamam atenção para a importância da formação inicial de professores com um conhecimento mínimo para atuar neste cenário, do uso de uma linguagem verbal mais detalhada, de modo a substituir informações visuais na medida do possível e do uso de experimentos adaptados para que ocorra uma real inclusão desse público em escolas regulares. Os autores ainda chamam atenção para o fato destes alunos possuírem uma habilidade háptica (relativa ao tato) mais aguçada do que os normovisuais.

Nessa perspectiva, é importante ressaltar que o professor, mesmo em uma aula com uma proposta investigativa, possa ter a necessidade de utilizar uma fórmula, uma figura ou um gráfico, informações normalmente acessíveis pela visão da lousa (TATO, 2009). O que requer uma áudio descrição cuidadosa e/ou a utilização de algum material tátil, caso exista algum aluno cego ou com baixa visão em sua turma. O que permitirá a tal indivíduo a compreensão da atividade, para ser possível a transição à problematização e à argumentação em sala de aula na busca de uma alfabetização científica.

Discussões e Considerações Finais

O presente trabalho, em uma perspectiva teórica, busca refletir sobre a possibilidade de um ensino investigativo de Física para pessoas com deficiência visual, discutindo possíveis obstáculos e caminhos viáveis. Não temos a pretensão de encontrar uma resposta fechada, mas sim, trazer uma discussão sobre este tema tão desafiador em nosso cenário educacional.

Com base no que foi aqui discutido, a pessoa cega ou com baixa visão não possui nenhum entrave para a construção do seu conhecimento. Como afirma Camargo (2008), é necessária a superação da relação entre conhecer e ver. É importante frisar que a pessoa com deficiência visual não possui, *a priori*, limitações cognitivas. Nesse contexto, segundo Vigotski (1997), o fator social é importante para a construção de caminhos alternativos por parte do indivíduo no que se refere à superação de limitações relativas à deficiência.

Nesta perspectiva social, a Educação Inclusiva é uma poderosa proposta educacional, uma vez que abre um leque de oportunidades de desenvolvimento para o indivíduo com cegueira ou baixa visão, quando comparado ao ensino exclusivamente entre seus pares. Entretanto, ainda precisamos superar inúmeras barreiras para uma real inclusão, tais como o implemento de políticas públicas na área, a capacitação de profissionais da área educacional, a superação de preconceitos e uma fiscalização efetiva no que se refere ao cumprimento de legislações sobre o tema.

Todavia, o ensino de Física para pessoas com deficiência visual requer adaptações e estratégias planejadas. O que evidencia a necessidade de o professor entender as possibilidades e limitação de seu aluno, para a realização do planejamento de suas aulas, trabalhos e avaliações. Assim sendo, a didática multissensorial, proposta por Soler (1999), vem a ser uma grande aliada. Para exemplificar tal prática, pode-se citar o uso de materiais táteis e áudio descrições. As primeiras priorizam o tato e as outras a audição, podendo ser suporte para uma prática investigativa.

No que tange a alfabetização científica, o ensino investigativo é aliado para a formação cidadã do indivíduo, como é solicitada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996). Como nos dizem, Sasseron e Carvalho (2011), o ensino por investigação pressupõe a problematização, o levantamento de hipóteses, a argumentação, os questionamentos e as discussões, que são alicerces da construção de uma alfabetização científica. Dessa forma, tal perspectiva se torna aliada do docente para uma formação de um senso crítico e reflexivo por parte do seu aluno. Onde reforçamos o compromisso do professor com a formação para a cidadania de todos os seus alunos.

No que se refere a obstáculos epistemológicos no Ensino de Física, conforme a visão de Bachelard (1996), eles são comuns a todos os alunos, ou seja, aqueles com ou sem algum tipo de deficiência. Tal fato se deve ao motivo de muitas vezes a Física romper com o cotidiano dos alunos. Desse modo, em alguns casos, normovisuais e cegos podem estar em igualitárias condições, como por exemplo no estudo de modelos atômicos, uma vez que nenhum aluno de ensino médio consegue enxergar um átomo em seu cotidiano.

Sabemos que seria demagogia falar que é fácil a implementação de uma didática inclusiva e investigativa. Ainda mais em nossa realidade, onde os professores enfrentam tantos problemas, tais como baixa remuneração, falta de recursos apropriados, violência etc. Contudo, nesse trabalho tivemos como objetivo buscar uma reflexão sobre este tema desafiador, porém com um potencial promissor na área do Ensino de Física.

Por fim, mas não menos importante, acreditamos na importância de pesquisas e discussões relacionadas ao Ensino de Física para pessoas não só com deficiência visual, mas com qualquer outro tipo de necessidade educacional especial, uma vez que esse público é uma realidade em nossa sociedade e sua inclusão escolar é assegurada por lei.

Referências

ALVES, B. C. et al. A pedagogia multissensorial com crianças cegas ou com baixa visão. **Benjamin Constant**, Ed. 60 v. 2, 2019. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2019/BC60_2_2019-4.pdf>. Acesso em 15 out. 2019.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA-LIMA, M. C. de A.; CATARINO, G. F. C.; TATO, A. REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA PARA DEFICIENTES VISUAIS. **Ciência em Tela**, v. 9, p. 1-11, 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. LDBEN. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 23 abr. 2019.

CAMARGO, E. P. **Inclusão e necessidade especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

_____. **Ensino de Física e Deficiência Visual: dez anos de investigação no Brasil**. São Paulo. FAPESP. 2008

FARIAS, G. C. de. **Intervenção precoce: reflexões sobre o desenvolvimento da criança cega até dois anos de idade.** Pensar a Prática 7: 85-102, Mar. – 2004.

FERNANDES, S. S.; VIANNA, D. M.; PIMENTEL, A. G. “Me inclui nessa?!” Uma atividade inclusiva e investigativa para não deixar nenhum aluno de fora. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 23., 2019, Salvador - BA. **Anais...** Salvador – BA: 2019. p. 1-6.

FERREIRA, B. A.; VIANNA, D. M.; GASPAR, M. B. O que não se pode ver: Uma prática de ensino sobre o estudo de ondas para deficientes visuais. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 23., 2019, Salvador - BA. **Anais...** Salvador – BA: 2019. p. 1-7.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido.** São Paulo: Paz e Terra, 2006.

MALHEIROS, J. M. da S. & FERNANDES, P. **O RECURSO AO TRABALHO EXPERIMENTAL E INVESTIGATIVO: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS.** Investigações em Ensino de Ciências – V20(1), pp. 79-96, 2015

SALA, E. & AMADEI, G.K.A.A. (orgs) **Educação inclusiva: aspecto políticas-sociais e práticos.** Jundiaí/São Paulo: Paco, 2013.

SASSERON, L. H. e MACHADO, V. F. **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PRÁTICA: INOVANDO A FORMA DE ENSINAR FÍSICA.** 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

_____ e CARVALHO, A, M. P. **Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica.** Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp59-77, 2011

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias.** Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

TATO, A. L. **Atividades Multissensoriais para o Ensino de Física.** 2016. 167 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

TATO, A. L. **Material de Equacionamento Tátil para Usuários do Sistema Braille.** 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **Obras completas. Tomo 5.** La Habana: Pueblo y Educación, 1997.

PANORAMA SOBRE A PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ESTUDANTES COM NECESSIDADES EDUCACIONAIS ESPECIAIS

VIEW ON RESEARCH IN PHYSICS EDUCATION FOR STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS

Carla Renata Santos¹, Silmara Alessi Guebur Roehrig²

¹ UTFPR/PPGFCET/carla.renatasantos@hotmail.com

² UTFPR/PPGFCET/roehrig@utfpr.edu.br

Resumo: Este trabalho aborda a temática da inclusão de estudantes com necessidades educacionais especiais no ensino de Física. O objetivo é apresentar um panorama preliminar dos trabalhos publicados em periódicos da área, destacando suas contribuições para o avanço das pesquisas neste âmbito. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, em que se buscou levantar trabalhos acadêmicos, como artigos publicados em periódicos e em anais de eventos da área, dissertações, teses, e até mesmo livros que relacionam a temática da inclusão ao ensino de Física. Como resultados, percebeu-se o aumento significativo dos trabalhos que relacionam o ensino de Física com a aprendizagem de estudantes que possuem deficiência visual, o que consiste num avanço importante para subsidiar as pesquisas desta linha. Contudo, percebeu-se a ausência quase total de trabalhos que abordam o ensino de Física para estudantes que apresentam outros tipos de necessidades especiais ou síndromes, particularmente aquelas de caráter intelectual, envolvendo por exemplo estudantes autistas, com síndrome de Down ou que possuem transtornos cognitivos. Conclui-se que há defasagem de pesquisas sobre estas últimas especificidades, e que é preciso investir na produção de subsídios teóricos e metodológicos que venham contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem dos estudantes, de modo a garantir o exercício pleno de seu direito à educação.

Palavras-chave: Inclusão; Ensino de Física; Necessidades Educacionais Especiais.

Abstract: This work addresses the theme of the inclusion of students with special educational needs in Physics education. The purpose is to present a preliminary overview of the works published in journals, highlighting their contributions to the advancement of research in this field. This is a bibliographic research, in which we sought to raise academic works, such as articles published in journals and proceedings, dissertations, theses, and even books that relate the theme of inclusion to the Physics education. As a result, we noticed a significant increase in the works that relate Physics education to the learning of students who have visual impairment, which is an important step forward to support research in this line. However, it was noticed the almost total absence of works that address the teaching of Physics for students who have other types of special needs or syndromes, particularly those of an intellectual nature, involving for example autistic students, with Down syndrome or who have cognitive disorders. It is concluded that there is a lag of research on these last specificities, and that it is necessary to invest in the production of theoretical and methodological subsidies that will contribute to the improvement of teaching and learning of students, in order to guarantee the full exercise of their right to education.

Keywords: Inclusion; Physics education; Special Educational Needs.

Introdução

A inclusão da pessoa com deficiência, recentemente reforçada pela Lei nº 13.146 (BRASIL, 2015), constitui-se numa demanda que precisa ser observada pelas diversas instâncias da sociedade, a fim de que seja cumprida e que se garantam os direitos de todos os cidadãos. De acordo com esta lei, é considerada pessoa com deficiência aquela que apresentar impedimento de longo prazo físico, mental ou intelectual, dificultando sua plena participação na sociedade em que vive, sob condições de igualdade com as demais pessoas.

Com relação à inclusão na escola, de acordo com Salomão (2015), houve um aumento de mais de 400% nas matrículas de estudantes com necessidades educacionais especiais entre os anos de 2003 e 2014 no contexto brasileiro. Este aspecto pode sinalizar um avanço no que diz respeito ao cumprimento da lei, contudo não se refere a garantia de que as condições do ambiente educacional sejam propícias ao aprendizado de todos os estudantes.

Fortalecer a inclusão na escola torna-se, portanto, essencial para que tais direitos sejam garantidos. Contudo, o processo de consolidação e efetiva execução desta demanda enfrenta diversos obstáculos, que precisam ser transpostos a partir do comprometimento dos atores envolvidos. Dentre as barreiras que dificultam os processos de inovação neste âmbito, há o problema da formação dos profissionais da educação, infraestrutura inadequada, falta de recursos pedagógicos, entre outros. Além disso, prevalece um modelo equivocado de compreensão destas questões, imposto desde os fundamentos da formação escolar e que prossegue ao longo dos demais níveis de ensino. Isso acontece porque o sistema escolar está montado a partir de um pensamento que permite classificar os estudantes em normais e deficientes, as modalidades do ensino em regular e especial, os professores em especialistas em uma ou em outra manifestação das diferenças (BRASIL, 2007).

O número de trabalhos científicos na área de inclusão de pessoas com deficiências vem aumentando consideravelmente, e já se constitui como uma linha de pesquisa consolidada no campo da educação. Contudo, há que se avançar em algumas áreas específicas, como no ensino de Física por exemplo. Silva e Bego (2018) fizeram um levantamento bibliográfico avaliando como pesquisas brasileiras no ensino de Ciências abordam a temática da inclusão e concluíram que um dos autores com maior número de publicações é Éder Pires de Camargo, e que a maioria dos trabalhos publicados na área é a respeito do ensino de Física para deficientes visuais. Tal fato foi perceptível no XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), que ocorreu em 2018, em Campos do Jordão, no qual dos seis artigos desta linha, cinco se referiram a pesquisas acerca de deficiência visual e apenas um se referiu a outros tipos de necessidades especiais.

Tal fato evidencia a necessidade de expandir as pesquisas na área de ensino de Física, a fim abranger também as particularidades de estudantes com outros tipos de necessidades especiais, como por exemplo os que possuem transtornos neurológicos ou síndromes associadas a questões genéticas. O objetivo deste trabalho é levantar fontes bibliográficas que possam auxiliar no desenvolvimento de pesquisas que relacionam a inclusão no ensino de Física. Inicialmente, a proposta era focar apenas em trabalhos voltados para estudantes com deficiências de caráter

intelectual, mas percebeu-se que na área de ensino de Física essa temática se mantém incipiente. Com isso, evidencia-se a necessidade de expandir de fato a pesquisa nesta área, de modo a produzir conhecimentos que possam vir a auxiliar docentes que trabalham com a Física a melhorar sua relação com a inclusão de todos os estudantes, com ou sem necessidades especiais.

Aspectos Metodológicos

Neste trabalho, busca-se construir subsídios teóricos para uma pesquisa de mestrado profissional, em que serão estudados os processos de ensino e aprendizagem da Física por estudantes com necessidades especiais, em particular aqueles com síndromes ou transtornos relacionados ao desenvolvimento intelectual. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que consiste em “um trabalho investigativo minucioso em busca do conhecimento e base fundamental para o todo de uma pesquisa” (PIZZANI et al., 2012, p. 54). Pretende-se reunir fontes importantes de informações teóricas para subsidiar o desenvolvimento de um produto educacional voltado para estudantes com necessidades especiais.

Pizzani et al. (2012) elencam os seguintes passos para o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica: delimitação do tema, levantamento e fichamento das citações relevantes, aprofundamento e expansão da busca, relação e localização das fontes, leitura, sumarização e redação. Foram então investigadas fontes primárias, como teses e dissertações, livros, artigos em revistas científicas e anais de congressos, publicados ou referenciados na internet, na língua portuguesa.

Inicialmente, a busca se concentrou em trabalhos que relacionassem o ensino de Física a propostas voltadas para estudantes com síndromes, transtornos de ordem cognitiva e intelectual, bem como desordens do desenvolvimento neurológico (como autismo, síndrome de Down, déficit intelectual, entre outros). Após não encontrar trabalhos específicos, relacionados ao ensino de Física para estudantes com síndromes ou transtornos de ordem intelectual, expandiu-se a busca, a partir da utilização de palavras-chave mais abrangentes. Os termos de busca utilizados na pesquisa foram “Ensino de Física”, “Educação Especial”, “Inclusão”, “Ensino de Ciências”, “Inclusão Escolar”, “Transtornos Cognitivos”. O período considerado para a pesquisa foi entre os anos de 2003 e 2020.

A busca resultou em 51 trabalhos encontrados, dos quais foram selecionados 22 para compor o presente artigo. Dentre os periódicos em que os trabalhos foram encontrados destacam-se os seguintes: Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento; Revista Ciência e Natura; Revista Educação; Ensino Em Revista; Psicologado; Research, Society and Development; Revista Brasileira de Educação; Revista Brasileira de Educação Especial; Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Brasileira de Medicina do Esporte; Revista Brasileira de Psiquiatria; Revista da Associação Médica Brasileira; Revista de Iniciação Científica e Extensão; Revista Educação Especial; Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação; Revista Psicopedagogia; Revista de Saúde e Educação. Além destes, foram consultadas as atas dos EPEF anteriores, dada a relevância do evento para a divulgação das pesquisas referentes ao ensino de Física.

A seguir, apresentam-se os resultados deste trabalho de busca e análise das fontes, relacionando as principais contribuições de cada um para a pesquisa sobre inclusão no ensino de Física. Serão abordadas em dois grandes grupos: deficiências de caráter físico/sensorial (como visual, auditiva, motora) e deficiências de caráter intelectual (transtornos intelectuais e síndromes).

Discussão dos resultados

Com relação aos trabalhos que se referem a inclusão no ensino de Física para estudantes que possuem necessidades especiais de caráter físico ou sensorial, destacam-se as obras de Camargo (2016; 2011) no que se refere a estudantes com deficiência visual. Em seu trabalho mais recente, o autor traz contribuições para fundamentar práticas inclusivas no ensino de Física, no que concerne à inclusão, multissensorialidade, percepção e linguagem. Seguem-se onze parágrafos com propostas e resultados de pesquisa voltados para especificidades de estudantes com deficiência visual, envolvendo maquetes e experimentos multissensoriais.

Em Camargo (2011), é apresentada uma análise de atividades de ensino de óptica desenvolvidas com estudantes com deficiência visual, a fim de propor não só possibilidades de inclusão destes no ensino de Física, mas também para contribuir para o ensino de estudantes videntes. Em sua tese de doutorado, Camargo (2005) descreve detalhadamente como elaborar e aplicar materiais didáticos, constituindo-se de recursos sonoros e/ou táteis, para o ensino de Física para alunos com deficiência visual, a respeito da aceleração e desaceleração de um objeto, comprovando melhora significativa no aprendizado dos alunos.

O mesmo autor está vinculado ainda a diversos trabalhos oriundos de pesquisas realizadas em contexto de pós-graduação, publicados em revistas e em anais de eventos, consolidando-se como um dos principais autores brasileiros quando se trata de ensino de Física para estudantes com deficiência visual. Por exemplo, Camargo e Silva (2003) abordam a confecção, a utilização e a relevância de materiais didáticos para ensinar conceitos da Física, tais como a queda de objetos, para alunos com deficiência visual, através dos sons dos objetos percorrendo o trajeto. No último EPEF, Silva e Camargo (2018a) apresentam uma análise do discurso de professores de Física que lecionam para alunas cegas, concluindo que, apesar da deficiência visual, há quatro sentidos compartilháveis entre cegos e videntes, proporcionando estratégias comunicacionais e conhecimentos científicos que não dependem da visão, que podem ocorrer pelos sentidos do tato, audição, olfato e paladar. Em outro trabalho, Silva e Camargo (2018b) relatam algumas dificuldades e contribuições do Atendimento Educacional Especializado em cursos de graduação em Física, destacando a importância da sistematização e do compartilhamento de informações de alunos que necessitam desse tipo de atendimento, facilitando a troca de experiências entre alunos, professores, gestores, familiares e comunidade, de forma a possibilitar reflexões e adequações no ensino.

Além destes trabalhos, destacamos outros autores que abordam a questão da deficiência auditiva e linguagem, como Cozendey, Costa e Pessanha (2013), que demonstram a possibilidade da inserção de vídeos bilíngues, em língua portuguesa e em Língua de Sinais Brasileira (LIBRAS) para ensinar um mesmo conteúdo de Física, no caso a Primeira Lei de Newton, ao mesmo tempo para todos os alunos, com ou sem deficiência auditiva.

Com relação ao uso dos sentidos, Azevedo e Santos (2014) destacam a importância da utilização de recursos táteis para o ensino de estudantes com deficiências visuais, com a utilização de quadros magnéticos e ímãs por alunos das disciplinas de Matemática e Física. Mota Filho (2015), também com base na produção de Éder Pires de Camargo, descreve a confecção e destaca a importância de maquetes táteis no ensino de Eletromagnetismo para alunos com deficiência visual, mencionando-o como grande referência da área. Nunes et al. (2018) ainda demonstram a possibilidade do ensino do conteúdo de Astronomia, na disciplina de Física, para alunos com deficiência visual com o auxílio da audição e do tato, por meio de maquetes didáticas e utilizando-se de áudios a respeito de cada uma.

Analogamente, Quintanilha e Barbosa-Lima (2018) verificam a possibilidade do ensino de Física, utilizando-se maquetes didáticas a respeito da patinação artística, apresentando o movimento físico em duas dimensões, confeccionado com tinta que apresenta alto relevo após secar, e em três dimensões, confeccionado com uma massa de modelar específica conhecida como *biscuit*, para que os alunos percebessem os conceitos da Física com a utilização do sentido tátil.

Com relação à inclusão e formação de professores, Teles e Portela (2018) destacam a dificuldade do ensino de cores para alunos cegos, por licenciandos de Física. As autoras descrevem alguns planos de ensino elaborados pelos graduandos, porém chegam à conclusão de que estes não estão e/ou não se sentem preparados para lecionar no ensino inclusivo, o que implica negativamente na aplicabilidade de propostas didáticas mal elaboradas. Finalizando, a respeito da produção de materiais pedagógicos de modo geral, Cruz et al. (2018) concluem que, para um ensino de qualidade, é necessário que o professor esteja disposto a se atualizar continuamente, a planejar cuidadosamente suas aulas, trabalhar em grupo e a reconhecer as diferenças, para trabalhá-las da melhor forma possível, criando materiais realmente significativos que promovam a inclusão e o conhecimento.

A partir deste ponto, iremos abordar os trabalhos que relacionam o ensino de Ciências com a inclusão de estudantes com necessidades especiais de caráter intelectual. Como já ressaltado, não foram encontrados trabalhos específicos que relacionam ensino de Física com estudantes com deficiências de ordem intelectual, portanto a busca foi expandida e foram encontrados alguns trabalhos que podem auxiliar nas reflexões para a fundamentação de pesquisas neste âmbito.

Apesar de não estar relacionado diretamente ao ensino de Ciências, o trabalho de Teodoro, Godinho e Hachimine (2016) pode se constituir numa importante fonte de informações sobre inclusão de estudantes com Transtorno de Espectro Autista (TEA). As autoras argumentam que o processo inclusivo vem ganhando espaço e peso na prática e para a formação de educadores nos últimos anos. Destacam que inserir um aluno com TEA no ensino regular exige capacitação, aperfeiçoamento e formação continuada de professores, apoio do estado, família e sociedade, inclusive da comunidade escolar, reconhecendo o indivíduo em suas especificidades e proporcionando um ambiente acolhedor.

Um trabalho que chamou a atenção aborda a trajetória de um aluno autista no Ensino Técnico em Informática de uma instituição federal (CARGNIN; FRIZZARINI; AGUIAR, 2018). O objetivo do referido estudo foi registrar o desempenho acadêmico e social de um aluno com TEA, ao longo de sua participação das atividades propostas na disciplina de Matemática. O sujeito, então com 15 anos, que foi diagnosticado com Síndrome de Asperger aos 9 anos, dizia considerar as disciplinas das ciências humanas muito complexas, apresentando “facilidade para a área de exatas”. No decorrer do ano letivo a professora o motivava com o auxílio de um método específico, conhecido como TEACCH (acrônimo em inglês usado para designar Tratamento e Educação para Autistas e Crianças com Deficiências relacionadas à Comunicação). Como resultados, os autores relatam que o estudante compreendia bem o conteúdo e tinha ótimo raciocínio, porém apresentava dificuldades para interagir em grupo e de expressar suas resoluções matemáticas na forma escrita, necessitando muitas vezes de acompanhamento especializado. Destacam ainda que, para trabalhar com alunos com TEA, é muito importante elaborar um bom planejamento, de acordo com as especificidades de cada aluno, além da necessidade de uma ação colaborativa entre professores, auxiliares e pais.

Barberini (2016), após destacar a importância das políticas que defendem a educação para todos, evidencia a impotência, frustração e angústia dos profissionais da educação em relação às limitações as quais estão submetidos, por não terem

suficiente conhecimento e apoio para elaboração de práticas adequadas para tal público. A autora destaca que é imprescindível que práticas antigas sejam revistas pelos docentes que trabalham com estas especificidades, partindo-se da disposição em adquirir novos conhecimentos sobre o assunto. A partir disso, relata a existência de práticas pedagógicas desenvolvidas pelas professoras observadas, para trabalhar nesse processo de inclusão de alunos com autismo, tais como cadernos de reforço, materiais de manipulação, materiais diferenciados com figuras, quadro de atividade diárias, representando o método TEACCH.

Ainda considerando a educação para a inclusão de uma forma mais ampla, Melo e Martins (2007) realizaram um levantamento em uma cidade na região nordeste, a fim de investigar como as instituições de ensino trabalham com estudantes com paralisia cerebral. Identificaram, portanto, duas escolas em que estudantes com diplegia e quadriplegia espástica estão matriculados. Contudo, apenas uma das escolas contempla um projeto político-pedagógico adequado para alunos com necessidades educacionais especiais. Os autores apontam que a adequação do ambiente físico aos alunos especiais precisa ser levada em consideração, pois a eliminação de obstáculos e barreiras para a sua locomoção assegura e é determinante para sua mobilidade com autonomia no espaço escolar.

O já mencionado trabalho de Cruz, et al. (2018) se destaca também por propor passos para preparação de materiais didáticos para estudantes que possuem necessidades educacionais específicas (deficiência intelectual, síndrome de Asperger e autismo, as deficiências sensoriais, deficiência física, paralisia cerebral). Sugerem que tais passos devem ser seguidos levando-se em conta a tríade método, técnica e estratégia de abordagem, de modo que o professor planeje de acordo com as especificidades de seus estudantes.

Concluimos esta discussão, em caráter preliminar, apontando a pouca presença de trabalhos que abordam especificidades do ensino de Física na inclusão de estudantes com necessidades especiais de caráter intelectual. Enquanto há uma boa quantidade de pesquisas voltadas à estudantes com deficiência visual, há que se considerar a necessidade de aprofundamento na fundamentação que pode vir a subsidiar planejamento de práticas educativas para estudantes que possuem, por exemplo, síndrome de Down, TEA, entre outros.

Considerações Finais

Ao concluir a análise dos trabalhos e obras levantadas nesta pesquisa, percebe-se que houve grande avanço nas pesquisas que envolvem ensino de Física e aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Tal aspecto constitui-se num importante avanço, na medida em que se disponibilizam cada vez mais conhecimentos sobre estratégias metodológicas e possíveis recursos para subsidiar a prática de docentes que lecionam para estudantes com tais especificidades.

Contudo, neste estudo preliminar, não foram encontradas pesquisas mais completas sobre ensino de Física para estudantes com deficiências ou transtornos de natureza intelectual. Apenas um trabalho, apresentado no último EPEF menciona diversos tipos de deficiências (CRUZ et al., 2018), porém o faz numa perspectiva de apresentar princípios a serem levados em conta para elaboração de material didático para estudantes de inclusão, de um modo geral. Os demais trabalhos relacionados na análise abordam tais tipos de deficiência dentro do contexto educacional, porém sem relação direta com ensino de Física ou de Ciências. Trazer a discussão sobre tais trabalhos no presente artigo consiste em um movimento de compreensão das

autoras acerca das particularidades destes tipos específicos de necessidades especiais, a fim de fundamentar uma pesquisa de mestrado profissional que se encontra em fase de desenvolvimento.

Defende-se que é preciso produzir pesquisas que venham a subsidiar o trabalho de profissionais docentes da Física a fim de melhorar seus processos de ensino para este público, entendendo que há particularidades importantes acerca da aprendizagem de estudantes autistas e com síndrome de Down, por exemplo. É preciso compreender tais particularidades, refletir sobre processos educativos que as levem em conta, a fim de que se possam superar os obstáculos que se fazem presentes neste âmbito.

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, A. C.; SANTOS, A. C. F. Ciclos de aprendizagem no ensino de Física para deficientes visuais. **Revista Brasileira de Ensino Física**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 01-06, dez. 2014.

BARBERINI, K. Y. A escolarização do autista no ensino regular e as práticas pedagógicas. **Caderno de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 46-55, jun. 2016.

BRASIL. **Lei 13.146 de 06 de Julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Programa Ética e Cidadania**: construindo valores na escola e na sociedade - inclusão e exclusão social. Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007.

CAMARGO, E. P. **Inclusão e necessidade especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de Física e da deficiência visual**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

CAMARGO, E. P. **Ensino de óptica para alunos cegos: possibilidades**. 1ª ed. Curitiba: CRV, 2011.

CAMARGO, E. P. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão**. 2005. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2005.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Atividade e material didático para o ensino de Física à alunos com deficiência visual: queda dos objetos. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, São Paulo, p. 1-13, nov. 2003.

CARGNIN; C.; FRIZZARINI, S. T.; AGUIAR, R. Trajetória de um aluno autista no Ensino Técnico em Informática. **Ensino em Revista**, Uberlândia, MG, v. 25, n. 3, p. 790-809, 2018.

COZENDEY, S. G.; COSTA, M. P. R.; PESSANHA, M. C. R. Ensino de Física e educação inclusiva: o ensino da primeira lei de Newton. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, São Paulo. v. 8, n. 2, 2013.

CRUZ, F. A. O.; BARBOSA-LIMA, M. C.; SANTOS, A. M.; NICOT, Y. E.; CARVALHO, P. S. A criação de materiais para o ensino de ciências na realidade inclusiva: princípios e fundamentação. **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Campos do Jordão, São Paulo, p. 1-8, ago. 2018.

MELO, F. R. L. V.; MARTINS, L. A. R. Acolhendo e atuando com alunos que apresentam paralisia cerebral na classe regular: a organização da escola. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 13, n. 1, p. 111-130, abr. 2007.

MOTA FILHO, M. B. **O ensino de eletromagnetismo para alunos com deficiência visual**. 2015. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Regional Catalão, Universidade Federal de Goiás, Catalão, Goiás, 2015.

NUNES, M. M.; COSTA, G. L. G.; FERNANDES, G. S.; LIMA, N. C. C. Ouvir e sentir estrelas: astronomia para pessoas com deficiência visual. **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Campos do Jordão, São Paulo, p. 1-8, ago. 2018.

QUINTANILHA, L.; BARBOSA-LIMA, M. C. Ensino de Física através da patinação artística para alunos com deficiência visual. **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Campos do Jordão, São Paulo, p. 1-8, ago. 2018.

PIZZANI, L.; SILVA, R. C.; BELLO, S. F.; HAYASHI, M. C. P. I. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**. Campinas, v.10, n.1, p.53-66, jul./dez. 2012.

SALOMÃO, A. C. **Número de matrículas de pessoas com deficiência cresce no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/202-264937351/21439-numero-de-matriculas-de-pessoas-com-deficiencia-cresce-no-brasil>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

SILVA, L. V.; BEGO, A. M. Levantamento Bibliográfico sobre Educação Especial e Ensino de Ciências no Brasil. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 24, n. 3, p. 343-358, set. 2018. ISSN 1413-6538.

SILVA, M. R.; CAMARGO, E. P. A inclusão de alunos com deficiência visual em cursos de graduação em Física: algumas dificuldades e contribuições do atendimento educacional especializado. **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Campos do Jordão, São Paulo, p. 1-8, ago. 2018a.

SILVA, M. R.; CAMARGO, E. P. Os discursos de professores de Física acerca de suas alunas cegas. **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Campos do Jordão, São Paulo, p. 1-8, ago. 2018b.

TELES, L. I. S.; PORTELA, C. D. P. Possibilidades e reflexões sobre o ensino de cores para estudantes cegos: percepções de licenciandos do IFPR campus Paranaguá. **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Campos do Jordão, São Paulo, p. 1-8, ago. 2018.

TEODORO, G. C.; GODINHO, M. C. S.; HACHIMINE, A. H. F. A inclusão de alunos com Transtorno do Espectro Autista no Ensino Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 1, n. 2, p. 127-143, ago. 2016.

MENINAS COMO MEDIADORAS DA CULTURA CIENTÍFICA: EXPECTATIVAS E APRENDIZAGENS NA TRAJETÓRIA DE BOLSISTAS DO PROJETO MENINAS NA CIÊNCIA

GIRLS AS MEDIATORS OF SCIENTIFIC CULTURE: EXPECTATIONS AND LEARNING IN THE TRAJECTORY TO THE PROJECT "GIRLS IN SCIENCE"

Sônia Elisa Marchi Gonzatti¹, Vitória Portantiolo Klein², Andreia Spessatto De Maman³, Dayene Borges Guarienti⁴, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt⁵

¹Univates, soniag@univates.br

²Univates, vitoria.klein@universo.univates.br

³Univates, andreiah2o@univates.br

⁴Univates, dayene.guarienti@univates.br

⁵Univates, mreinfeld@univates.br

Resumo

Mulheres enfrentam atravessamentos de gênero que iniciam na infância e perduram até a vida adulta. No meio acadêmico, enfrentam dificuldades, competições e discriminações implícitas. Particularmente, no campo das ciências exatas, esse cenário impacta no número de mulheres que fazem carreira na área. Projetos como o Meninas na Ciência são uma das iniciativas que podem reverter essa realidade. O presente trabalho tem como objetivo apresentar as percepções das meninas bolsistas de iniciação científica júnior, sobre suas motivações e aprendizagens a partir das experiências desenvolvidas durante a trajetória em um projeto do Edital chamado Meninas na Ciência, aprovado em uma universidade comunitária do Sul do Brasil. No total, são nove meninas, cuja bolsa tem vigência de julho de 2019 a junho de 2020. A recolha de dados ocorreu por meio de questionários on-line, um realizado no início da bolsa e, o outro, em janeiro de 2020. Em um primeiro momento, foram questionadas quanto às suas motivações para participar do projeto, em que relataram uma busca por novos conhecimentos, o gosto pela área de exatas, o fato de ser um projeto que inclui apenas garotas e a busca por oportunidades futuras. No segundo questionário, que abordou as suas experiências e aprendizagens, pode-se observar que as respostas foram ao encontro de suas expectativas iniciais, tendo relatos do desenvolvimento de interesse por novos temas e da aquisição de novos conhecimentos.

Palavras-chave: gênero; meninas na ciência; cultura científica.

Abstract

Women face gender issues that start in childhood and last until adulthood. In the academic environment, they face difficulties, competitions and implicit discrimination. Particularly, in the field of exact sciences, this scenario impacts the number of women who make a career in the area. Projects like Girls in Science are one of the initiatives that can reverse this reality. The present work aims to present the

perceptions of scholarship girls of junior scientific initiation, about their motivations and learnings during the trajectory in a project of a public noticed called Girls in Science approved in a community college located in the South of Brazil. In total, there are nine girls, whose scholarships runs from July 2019 to June 2020. Data collection took place through online questionnaires, one conducted at the beginning of the scholarship and the other in January 2020. In at first, they were asked about their motivations for participating in the project, in which they reported a search for new knowledge, a delight for the exact area, the fact that it is a project that includes only girls and the search for future opportunities. In the second questionnaire, which addressed their experiences and learning, it can be seen that the answers met their initial expectations, with reports of the development of interest in new themes and the acquisition of new knowledge.

Keywords: Gender; girls in science; scientific culture.

1. Contextualização

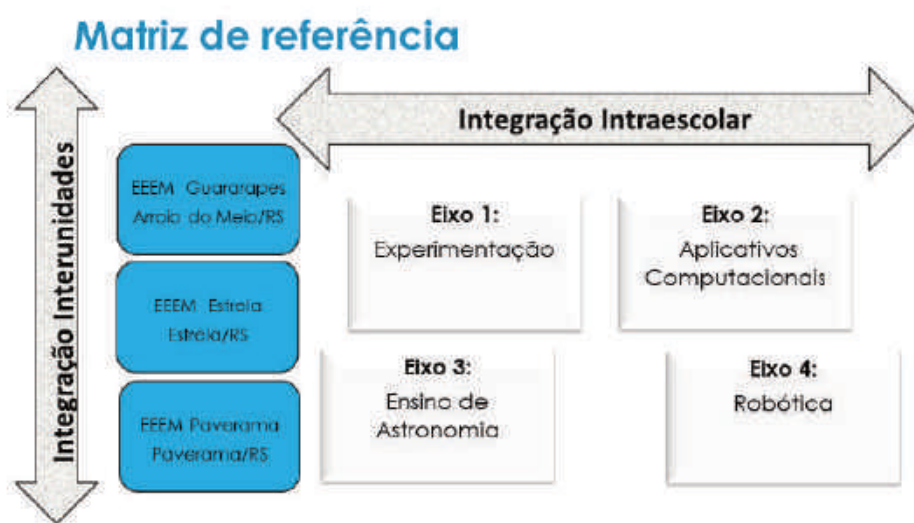
Segundo dados do Censo da Educação Superior no Brasil de 2016 (INEP, 2019), o número de mulheres matriculadas na graduação é maior que o de homens. Porém, esse número não se aplica nos cursos de Ciências Exatas e Engenharias, onde a porcentagem de mulheres matriculadas é muito baixa, sendo que dentre os 20 maiores cursos de graduação, as mulheres são minoria em 8 deles. Desses, 4 fazem parte da área das Ciências Exatas e Engenharias (INEP, 2019). Tal cenário se replica na Universidade do Vale do Taquari – Univates (GONZATTI et al, 2019); no segundo semestre letivo de 2019, o número de matrículas nos cursos do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC) obteve uma média de 21,3% de mulheres, possuindo alguns desses cursos, como Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, menos de 5% de mulheres matriculadas. No que tange à pós-graduação, o estudo de Barros & Silva (2019), denuncia um processo de exclusão vertical de mulheres ao longo do avanço nas carreiras em Engenharias e Ciências Exatas, vinculadas tanto a obstáculos encontrados no percurso da carreira quanto em questões familiares, ambos aspectos que estão associados a práticas sociais de naturalização das disparidades de gênero.

Editais nacionais como o Meninas na Ciência constituem uma estratégia para reverter essa realidade. No contexto local, nota-se que os atravessamentos de gênero e as estatísticas convergem com aquelas do cenário macro. Por isso, a Universidade do Vale do Taquari apresentou o projeto de pesquisa - “A formação da cultura científica: meninas aprendendo, mediando e difundindo saberes e práticas em Ciências Exatas e Tecnológicas”, aprovado por meio da chamada CNPq/MCTI 031/2018, que tem como objetivo geral incentivar a participação feminina em cursos de graduação das áreas de Engenharias e Ciências Exatas. Esse incentivo se dá por meio de ações realizadas junto de três escolas públicas estaduais de ensino médio da região do Vale do Taquari.

O projeto atua em duas direções principais. Na direção vertical, tem como proposta a integração InterUnidades, onde estão inseridas aquelas atividades em que as meninas das três escolas interagem entre si, incluindo debates, visitas guiadas em laboratórios e Mostra Científica Integradora. Já na direção horizontal, a integração ocorre entre escolas e a universidade por meio de ações que

contemplam quatro eixos principais, sendo eles Experimentação, Aplicativos Computacionais, Ensino de Astronomia e Robótica. Os encontros no início foram quinzenais, agora, são mensais e focam na formação quanto aos eixos temáticos e em planejamento. Ressalta-se que os eixos temáticos emergiram a partir das necessidades e demandas levantadas pelas escolas parceiras. Posteriormente, as equipes de bolsistas das escolas desenvolvem essas atividades em cada contexto escolar, levando as Ciências Exatas para a escola e mostrando que seguir carreira científica não depende do gênero. A figura 1 apresenta esquematicamente a matriz de referência do projeto.

Figura 1: Matriz de referência do Projeto Meninas na Ciência/Univates



Fonte: das autoras (2019).

A realização destas atividades busca inserir as estudantes no meio científico, oferecendo experiências nas quais as garotas possam se sentir à vontade para questionar e opinar, pois o afastamento das mulheres da ciência pode ser resultado da falta de oportunidades de participação durante as aulas de ciências exatas. Cordeiro (2013) relata que “o machismo não permeia apenas a ciência, mas também a educação, afastando mulheres de carreiras científicas.”

Social e culturalmente, convive-se com vários atravessamentos de gênero que criam um estereótipo sobre o que as mulheres são ou não capazes de fazer. Um exemplo são os filmes infantis e livros didáticos que demonstram a área das Ciências Exatas como prioritariamente masculina (GEDOZ; PEREIRA; PAVANI, 2018). Ao estudar a carreira científica de Física, Lima (2013), conclui que as mulheres enfrentam diversos obstáculos e preconceitos durante a caminhada, como explica a metáfora do labirinto de cristal, os quais iniciam já na infância, na escolha da área de atuação e ao longo de sua trajetória acadêmica.

Durante o ensino básico, meninas que têm aptidão pela área das Ciências Exatas e Tecnológicas ainda enfrentam dificuldades, como a falta de modelos inspiradores de mulheres nas ciências em geral ou uma interação preferencial dos professores da área com os meninos em detrimento das meninas (CORDEIRO, 2013; 2017; GEDOZ; PEREIRA; PAVANI, 2018). Por tudo isso, é necessário e estratégico que ações que façam refletir sobre os atravessamentos de gênero iniciem o mais cedo possível, na vida escolar das meninas.

Esse trabalho tem como objetivo apresentar as percepções relatadas pelas bolsistas BIC Júnior do Projeto Meninas na Ciência, suas motivações e aprendizagens a partir das experiências desenvolvidas durante a trajetória de bolsistas que atuam como mediadoras da formação da cultura científica em suas escolas.

2. Metodologia

Neste estudo serão analisados dois questionários, os quais foram respondidos pelas nove bolsistas de iniciação científica Júnior das três escolas parceiras, aplicados no início do projeto e ao final do primeiro semestre de trabalho na bolsa. Os questionários foram respondidos em meio eletrônico, sendo a ferramenta utilizada o Questionário do Google.

No levantamento inicial, as bolsistas foram questionadas quanto às suas motivações para participação no projeto, também como encaram sua aprendizagem em relação aos seus colegas meninos. No segundo questionário, as garotas foram questionadas quanto às suas experiências ao aplicarem as atividades em sala de aula, sobre as aprendizagens marcantes e como foi a receptividade das atividades realizadas nas escolas.

Os dados foram analisados e comparados, visando avaliar em que medida as vivências durante a iniciação científica se aproximaram das expectativas iniciais. Optou-se por uma análise descritiva, o que oferece a este estudo um caráter qualitativo de pesquisa.

3. Análise das Entrevistas

No primeiro questionário, pesquisou-se o que motivou as meninas a quererem fazer parte do projeto Meninas na Ciência. As respostas mais frequentes foram relacionadas às possíveis oportunidades futuras que o projeto pode trazer; ao gosto delas pela área das Ciências Exatas; à vontade de aprender mais e ao fato de ser um projeto só de meninas, como evidenciado no depoimento: “o objetivo de ser com meninas, fez com que criasse muito mais a vontade de aprender com esse projeto. E adquirir mais conhecimento com aquilo que me motiva a estudar cada vez mais.” (bolsista 6). Nessa linha, podemos perceber que a maioria mencionou se sentir mais atraída pelo projeto pois ele é feito por mulheres e com mulheres. Segundo Hazari, Tai e Sadler (2007), pesquisas demonstram que ao comparar o desempenho das meninas em aulas de física compostas por ambos os sexos, meninas em aulas de física exclusivamente femininas, desenvolvem maior interesse, autoconceito, confiança, realização e persistência, demonstrando assim a importância de implementar um projeto somente de meninas.

Já no questionário realizado em janeiro de 2020, respondido por 8 das 9 bolsistas, a primeira questão referenciava as experiências e aprendizagens mais importantes no contexto do projeto Meninas na Ciência. As respostas foram bem diversificadas, incluindo a dificuldade no desenvolvimento de novas atividades, aquisição de novos conhecimentos, o aumento do interesse por novos assuntos, como astronomia e robótica, e a oportunidade de expor opiniões em rodas de conversas e fóruns. A análise evidenciou um conjunto de argumentos que remete à percepção de seus papéis como mediadoras e difusoras da cultura científica, o que está em acordo com o objetivo geral do projeto. Nesse sentido, uma das meninas

expõe que está sendo uma experiência significativa e enxerga como desafiador desenvolver atividades que gerem interesse pelas Ciências Exatas nela e nas outras meninas:

“Tem sido uma experiência marcante representar o projeto como um todo. A maior aprendizagem e desafio que tive foi tentar entender como desenvolver atividades que gerassem interesse em determinadas áreas da ciência, tanto em mim, quanto nas demais meninas” (bolsista 1).

Desse excerto, depreende-se que a bolsista percebe-se no papel de mediadora da cultura científica, valorizando-o e valorizando-se como sujeito que promove vivências da área de Exatas junto a outras meninas. Tal fala, ainda, evidencia que o interesse por determinada área está conectado às experiências vividas, conforme já evidenciado em estudos prévios (HAZARI; TAI; SADLER, 2007; KLAWE; WHITNEY; SIMARD, 2009). A perda de interesse por disciplinas de Ciências Exatas e Engenharias começa em uma idade jovem. Portanto, é importante intervir ainda na infância para garantir um aumento de mulheres na área. De acordo com Klawe; Whitney; Simard, (2009, p. 3-4) abordagens de sucesso que foram utilizadas durante o ensino fundamental e médio envolvem: expor as meninas à pesquisadoras femininas de prestígio; derrubar mitos e estereótipos associados à carreira de computação e tecnologia; proporcionar atividades didáticas/experimentais; matricular meninas em cursos de informática. Por isso, propor atividades diferentes das que geralmente são utilizadas em sala de aula pelos professores é importante. Ao utilizar novas ferramentas, como aplicativos computacionais, experimentos e atividades de robótica e astronomia, contempla-se essa perspectiva de que as meninas tenham experiências diferentes e passem a gostar mais das Ciências Exatas e permaneçam na área.

Outro grupo de argumentos está relacionado ao interesse e às aprendizagens em áreas que antes elas não tinham segurança e que emergiram como Eixos temáticos do projeto; a área de Astronomia foi comentada por duas das gurias¹ e a área da Robótica por quatro delas.

“As melhores experiências foram os novos conhecimentos e a ampliação de assuntos que me despertaram maior interesse. Os assuntos que mais me despertaram interesse foram os relacionados à astronomia e robótica, tendo influências que me instigam a explorar mais este universo” (bolsista 2).

Outras duas bolsistas destacaram a atividade InterUnidades, realizada em 23 de outubro de 2019, a saber, visita guiada aos laboratórios de Engenharias e Arquitetura da instituição e as atividades de robótica:

“Todas as experiências que tive no projeto foram marcantes, mas acho que as primeiras foram as que mais vou lembrar, como a primeira de robótica em que aprendemos a acender um led por meio de programações no computador, que é algo que pensava ser bem mais difícil. Outra atividade marcante, foi a visita aos cursos de engenharias e afins, onde várias meninas da escola puderam participar e talvez motivar-se a pensar em tais profissões” (bolsista 7).

“Uma das mais marcantes experiências foi o dia que as meninas da nossa escola puderam vir até a Univates e adquirir novas aprendizagens.” (bolsista 8).

¹ Sinônimo de menina. Opta-se pelo termo por entender que valoriza a cultura regional e respeita questões identitárias.

Uma das 8 entrevistadas mencionou a participação em palestras e conversas como um elemento importante de aprendizagem, pois proporcionou momentos de debate e de expressão verbal.

“O que mais me marcou, foram as participações em conversas, palestras e o VIII fórum de enfrentamento à violência contra a mulher, [nov/2019]. A oportunidade que nos proporcionam de falar, de também se expor é algo muito gratificante, faz-nos crescer muito como indivíduo” (bolsista 5).

Esse depoimento enseja o questionamento de até que ponto há espaço nas escolas para refletir e debater questões de gênero. Na direção apontada por Silva & Ribeiro (2014), as situações de desigualdade na ciência ainda são muito presentes e há uma naturalização dos fatores sociais que excluem e menosprezam as mulheres em detrimento dos homens. Portanto, trazer o tema à tona é uma forma de resistência e de enfrentamento que converge com um dos objetivos específicos do Meninas na Ciência, o de “incentivar a autonomia, a iniciativa e o senso crítico das meninas no que diz respeito ao seu potencial para seguirem carreiras, cursos ou profissões no âmbito das Ciências Exatas e Tecnológicas e ao seu poder decisório em relação aos percursos formativos e escolhas de vida” (projeto aprovado no CNPq, 2018, p. 1, no prelo). O fórum referido pela bolsista faz parte de coalizões com outros projetos institucionais que abordam questões de gênero; nesse caso, a parceria foi com o projeto de Extensão Maria da Penha, e também com os cursos de Direito, Psicologia e Jornalismo, que promovem o fórum de maneira integrada a outras entidades sociais.

Uma segunda questão, proposta no segundo questionário, indagou como as meninas avaliam a receptividade das atividades desenvolvidas nas suas escolas e dificuldades enfrentadas. A maioria delas afirma que as atividades foram bem recebidas e as colegas participativas. O grau de interesse por determinada área das Ciências Exatas foi considerado para o desenvolvimento das atividades, visando incentivar a participação das demais meninas da escola. Nesse sentido, duas bolsistas comentaram que o Ensino de Astronomia gerou maior interesse nas turmas, como evidenciado nos seguintes depoimentos: [houve] “Boa receptividade com variação para determinados assuntos. Houve mais e menos demonstração de interesse, dependendo da atividade e da turma envolvida” (bolsista 1), “As atividades de astronomia são as que despertam maior interesse e engajamento por parte dos alunos (bolsista 2).

Como dificuldades, mencionaram a dificuldade de conciliar horários, já que várias meninas trabalham e não puderam comparecer nas atividades quando realizadas no contraturno. Uma delas também menciona que a área da Robótica foi mais complicada pelo difícil acesso às informações e por ser uma novidade no contexto da escola.

Uma das bolsistas menciona que o projeto foi abordado de forma positiva por serem meninas coordenando, porém acredita que as pessoas ainda têm preconceito com isso: “Creio que a escola e os alunos em geral abrangem o projeto de forma positiva por serem meninas que coordenam as atividades, mas algumas pessoas ainda tem um certo preconceito por isso” (bolsista 3). Esse preconceito pode ser o resultado de uma cultura na qual os requisitos básicos para pertencer à comunidade científica têm como base valores masculinos, o que acaba dificultando a participação das mulheres (SILVA; RIBEIRO, 2014).

A terceira pergunta referia-se a experiência de ajudar outras colegas a aprenderem Ciências Exatas e passarem a gostar da área. Elas relataram como um desafio e, ao mesmo tempo, uma experiência única e incrível, podendo incentivar e mostrar que as Ciências Exatas não são tão complicadas como é imaginado. Assim, utilizando-se de novos instrumentos, como ferramentas computacionais e experimentos, podemos gerar um maior interesse nas participantes.

“Todos sabemos que a área da matemática não é muito querida por algumas pessoas. Mas um dos nossos objetivos é tornar esse assunto o mais prático possível, desenvolvendo atividades que mostrem como ela é utilizada no nosso dia a dia e como ela pode ser prática” (bolsista 4).

A percepção das bolsistas de que a aplicação de exemplos práticos, que envolvem o cotidiano das garotas, podem colaborar para uma melhor aprendizagem das ciências exatas é de grande relevância. De acordo com Hazari, Tai e Sadler (2007) expor as estudantes a exemplos reais é uma maneira eficiente para melhorar a compreensão dos assuntos tratados. Os mesmos autores destacam a importância de experiências prévias positivas com o ensino de Ciências Exatas como um elemento motivador para o desempenho e a continuidade de estudos superiores na área. Sem dúvidas, a atuação das meninas bolsistas como mediadoras de processos de educação científica cumpre esse papel, tanto para elas quanto para as meninas participantes das oficinas oferecidas.

4. Considerações Finais

Em linhas gerais, as motivações iniciais das bolsistas vão de encontro aos relatos posteriores das experiências e aprendizagens marcantes durante a iniciação científica. Em um primeiro momento, declararam que gostariam de integrar o projeto devido às oportunidades futuras, pode-se notar que essas oportunidades já vêm aparecendo, como evidenciado nos relatos. O gosto pelas Ciências Exatas e a vontade de aprender mais foram outros fatores que levaram à participação no projeto, e esses convergem com o que foi mencionado no segundo questionário, onde valorizam a aquisição de novos conhecimentos, o aumento do interesse por áreas como Robótica e Astronomia e expressam que as Ciências não são tão complicadas quanto parecem. Tudo isso demonstra que as expectativas iniciais foram contempladas. Ainda, a satisfação de fazer parte de um projeto só de meninas já era expressada inicialmente; em seus últimos relatos pôde-se notar que esse continua sendo motivo de orgulho e motivação das meninas. Em síntese, percebe-se que o projeto vem cumprindo seu objetivo, de fomentar que meninas atuem como mediadoras da cultura científica como uma das formas possíveis de aproximá-las do campo das Ciências Exatas.

Os principais achados desse estudo nos provocam e nos motivam a continuar debatendo e agindo em estágios cada vez mais precoces da formação escolar de meninas e na aproximação delas ao campo de Ciências Exatas. Se por um lado superamos barreiras formais do acesso de mulheres às carreiras científicas, por outro, ainda é observada uma dessintonia nos avanços femininos em todos os níveis educacionais (BARROS; SILVA, 2019), aspecto que nos força a deslocar já para o Ensino Fundamental nossas reflexões, estudos e ações sobre processos de inserção, acolhida e retenção de meninas e mulheres nessas áreas ainda dominadas pelos homens. Nesse sentido, fica evidenciado nesse estudo que as experiências de mediar as aprendizagens de outras meninas, os estudos sobre temas instigantes de Ciências Exatas, os espaços de fala e de escuta têm

repercutido na formação de uma nova geração de meninas-mulheres. Essas, por sua vez, influenciarão, em quaisquer áreas que forem seguir, a formação crítica de outras mulheres quanto às disparidades de gênero que ainda persistem, não só no campo da atividade científica.

Referências

- BARROS, Suzane Carvalho da Vitória; SILVA, Luciana Mourão Cerqueira. Desenvolvimento na carreira de bolsistas produtividade: uma análise de gênero. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 71, n.2, maio/ago. 2019. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-52672019000200006. Acesso em agosto/2019
- CORDEIRO, Marinês Domingues. Questões de gênero na ciência e na educação científica: uma discussão centrada no Prêmio Nobel de Física de 1903. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, novembro/2013.
- CORDEIRO, Marinês Domingues. Mulheres na Física: um pouco de história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 34, n. 3, p. 669-672, 2017.
- GEDOZ, Laís; PEREIRA, Alexsandro P.; PAVANI, Daniela Borges. Questões de gênero no Ensino de Física: uma revisão da literatura nacional. In: **XVII EPEF**, Campos do Jordão, SP, agosto/2018.
- GONZATTI, Sônia Elisa Marchi. **Projeto de Pesquisa Edital 31/2018 CNPq: A formação da cultura científica: meninas aprendendo, mediando e difundindo saberes e práticas em Ciências Exatas e Tecnológicas**. Lajeado, RS, 2018, no prelo.
- GONZATTI, Sônia Elisa Marchi et al. Reflexões sobre gênero e ciência: trajetórias de gurias estudantes de engenharia In: **LXVII Congresso brasileiro de Educação em Engenharia e 2º Simpósio Internacional de Educ em Eng da ABENGE**, 2019, Fortaleza. Anais do LXVII Cobenge... Brasília: Editora da Abenge, 2019. p.1 - 7
- HAZARI, Zahra; TAI, Robert. H.; SADLER, Philip. M. Gender differences in introductory university physics performance: The influence of high school physics preparation and affective factors. **Science Education**, v. 91, no. 6, p. 847–876, 2007.
- INEP. **Resumo técnico: Censo da Educação Superior 2016**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2019. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/resumo_tecnico/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2016.pdf.
- KLAWE, Maria; WHITNEY, Telle; SIMAR, Caroline. Women in computing - Take 2. **Communications of the acm**, v. 52, no. 2, p. 68–76, 2009.
- LIMA, Betina Stefanello. O labirinto de cristal: as trajetórias das cientistas na Física. **Estudos Feministas**, p. 883-903, 2013.
- SILVA, Fabiane Ferreira da; RIBEIRO, Paula Regina Costa. Trajetórias de mulheres na ciência: "ser cientista" e "ser mulher". **Ciência & Educação** (Bauru), [s.l.], v. 20, n. 2, p.449-466, abr. 2014. FapUNIFESP (SciELO).

AS MULHERES E O PRÊMIO NOBEL: AS TRAJETÓRIAS ACADÊMICAS E AS CONTRIBUIÇÕES DE MARIA GOEPPERT-MAYER E DONNA STRICKLAND

WOMEN AND THE NOBEL PRIZE: ACADEMIC CAREERS AND CONTRIBUTIONS OF MARIA GOEPPERT-MAYER AND DONNA STRICKLAND

Larissa do Nascimento Pires¹, Israel Müller dos Santos², Felipe Damasio³

¹Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá, larissa.n.pires@hotmail.com

²Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá, israel.santos@ifsc.edu.br

³Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá, felipedamasio@ifsc.edu.br

Resumo

Historicamente se apresentou uma invisibilidade quanto à presença feminina na produção científica, implicando que mulheres necessitaram atravessar muitas barreiras para galgarem posições de destaque na ciência. Da mesma forma, ao se problematizar a participação das mulheres no desenvolvimento científico, como nas premiações científicas como os Prêmios Nobel, percebe-se a ausência da diversidade no histórico da premiação. No cenário da educação científica, por sua vez, se apresenta uma alfabetização científica que coloca a ciência como sendo desenvolvida a partir dos esforços de gênios, que provoca a construção de concepções que perpetuam uma ciência distante da realidade de meninas e mulheres. Dessa forma, reconhecendo a necessidade da elaboração de práticas em sala de aula que possibilitem a discussão de uma ciência que deve contemplar a atuação de homens e mulheres, este trabalho se propõe a descrever aspectos da trajetória acadêmica e as contribuições das cientistas Maria Goeppert-Mayer e Donna Strickland, laureadas no Prêmio Nobel de Física. A partir desses exemplos, acredita-se que seja possível ajudar os docentes a problematizarem com seus alunos os percalços das mulheres durante a construção de suas carreiras e ajudar docentes e discentes a construir uma visão científica com mais pluralidade.

Palavras-chave: Mulheres na Ciência. Prêmio Nobel de Física.

Abstract

Historically, there is an invisibility regarding female presence in scientific production, implying that women needed to cross many barriers to reach prominent positions in science. Likewise, when problematizing the participation of women in scientific development, as in scientific awards such as the Nobel Prizes, the absence of diversity in the award's history is perceived. In the scientific education, there is a scientific literacy that places science as being developed from the efforts of geniuses, which provokes the construction of concepts that perpetuate a science far from the reality of girls and women. Thus, recognizing the need to develop practices in the classroom that enable the discussion of a science that should contemplate works of men and women, this paper aims to describe aspects of the academic trajectory and the contributions of scientists Maria Goeppert-Mayer and Donna Strickland, winners

of the Nobel Prize in Physics. From these examples, it is believed that it is possible to help teachers to problematize with their students the women's troubles during the construction of their careers and helping teachers and students to build a scientific view with more plurality.

Keywords: Women in Science. Nobel Prize in Physics.

Introdução

Os estudos feministas evidenciaram que historicamente se apresentou uma invisibilidade quanto à presença feminina na produção científica, implicando que mulheres necessitaram atravessar muitas barreiras para galgarem posições de destaque na ciência (LIMA, 2015). No contexto universitário, por exemplo, as mulheres passaram a ser admitidas como docentes e discentes somente a partir do final do século XIX (CARVALHO; CASAGRANDE, 2011). Assim, em meio ao resistente acesso das mulheres a essas instituições, cientistas reconhecidas como Marie Curie (CORDEIRO, 2013) e Lise Mietner (LIMA, 2015) precisaram conviver com situações de discriminação na academia, sendo relegadas ao desenvolvimento de pesquisas científicas de maneira subordinada, em espaços improvisados e sem quaisquer rendimentos. Embora esses contextos não sejam visíveis nos dias de hoje, refletidos no crescente aumento das mulheres na atividade científica (CORDEIRO, 2013), existem mecanismos que ainda descrevem a presente desproporção entre homens e mulheres na ciência. Um desses elementos, a segregação horizontal, diz respeito aos imperativos sociais que condicionam as escolhas profissionais de meninos e meninas, evidenciando uma diferença quanto à participação de homens e mulheres a depender da área do conhecimento. Decorrente desse cenário se apresenta a segregação vertical, que consiste na baixa representatividade feminina nos estágios mais avançados da carreira e em posições de prestígio profissional (SAITOVITCH; LIMA; BARBOSA, 2015).

De maneira semelhante, reflexões sobre elementos históricos possibilitam problematizar a participação das mulheres no desenvolvimento científico, como as premiações científicas, tais como os Prêmios Nobel (ZAGUETTO; VENANCIO, 2014). Apesar dessa premiação, em específico, descrever referências aos trabalhos de vários cientistas em suas Conferências Nobel (CORDEIRO, 2016), a ausência da diversidade no meio científico é ainda percebida no histórico da premiação. Os números presentes na página oficial da premiação apresentam que, até 2019, de 950 laureados, somente 54 são mulheres. O Nobel de Física é categoria da premiação com a menor quantidade de mulheres laureadas: Marie Curie (1867-1934), em 1903, por suas pesquisas relativas à natureza atômica das radiações de urânio; em 1963, Maria Goeppert-Mayer (1906-1972), cuja pesquisa descreveu um modelo para a estrutura do núcleo atômico; e Donna Strickland (1959-), laureada em 2018, por suas contribuições à Física dos *lasers*.

Ao se analisar o cenário da educação científica, se dissemina justamente a ciência como uma atividade elitista, individualista, desenvolvida a partir dos esforços de gênios (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001): essas concepções são responsáveis por disseminar uma imagem deformada sobre o trabalho científico. Esse contexto se apresenta como uma possível consequência de uma alfabetização científica que perpetua uma ciência distante da realidade de meninas e mulheres (CORDEIRO, 2017). Assim, no contexto de ensino, antes de modificar essas concepções sobre

ciência que são construídas pelos alunos, há a igual necessidade de modificar o posicionamento dos professores sobre a ciência (FERNANDEZ *et al.*, 2002), pois ao se apropriar de uma compreensão epistemológica científica adequada, o professor poderá articular seu saber de maneira contextualizada, além de construir uma concepção mais realista da ciência com seus alunos (HEERDT; BATISTA, 2016).

Reconhecendo essa lacuna, este trabalho, fruto de um recorte de uma pesquisa de conclusão de curso, se objetiva a responder a seguinte pergunta: *Quais os aspectos da trajetória acadêmica das cientistas Maria Goeppert-Mayer e Donna Strickland que possibilitam problematizar as dificuldades das mulheres na ascensão de suas carreiras científicas? Quais são as contribuições dessas mulheres laureadas para o desenvolvimento da Física?* As respostas desses questionamentos possibilitam demonstrar que embora muitas mulheres tenham contribuído para o desenvolvimento da ciência, elas igualmente vivenciaram percalços durante a construção de suas carreiras. Nesse sentido, tais discussões possibilitam problematizar o entendimento da ciência como um processo neutro, propiciando demonstrar exemplos de mulheres que também contribuíram com as transformações científicas e tecnológicas (LIMA; DANTAS; CABRAL, 2017).

Cabe ressaltar que essas discussões possibilitaram a construção de propostas didáticas baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, objetivando inserir estas cientistas nas discussões do desenvolvimento da física nuclear e da física dos *lasers*; além de terem propiciado a construção de materiais de divulgação científica para discussão das contribuições dessas mulheres para a ciência. Dessa maneira, acredita-se que a partir da elaboração de ações que apresentem modelos de mulheres cientistas (CORDEIRO, 2017), é possível ajudar os docentes a desenvolverem discussões em sala de aula para que os discentes entendam a ciência como construída por homens e mulheres, mas também reconheçam as dificuldades que muitas delas encontraram para adentrar no mundo científico.

Fundamentação Teórica

O objetivo da educação em ciências diz respeito a possibilitar que os alunos não somente reflitam sobre problemas que envolvem os conceitos científicos, mas também que os discentes sejam capazes de abordar aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais das ciências (MOREIRA, 2004). Nesse sentido, esta pesquisa se construiu a partir da articulação com o referencial da Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica com a Filosofia da Ciência de Paul Feyerabend, que, de acordo com Damasio e Peduzzi (2015a), se apresentam como complementares. A partir destas, é possível desenvolver propostas em ensino que considerem discussões *de* e *sobre* ciência. Primeiramente, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica indica elementos para a construção de propostas didáticas que intencionam fazer com os discentes reconheçam que fazem parte de sua cultura, mas que também possam se posicionar de maneira reflexiva sobre ela (DAMASIO; PEDUZZI, 2015a). Com essa abordagem, é possível desconstruir conceitos fora de foco apresentados no contexto de ensino, como a imagem estereotipada do cientista homem isolado que constrói conhecimentos que são definitivos e inquestionáveis. A partir dessa discussão, pode-se demonstrar que a participação de mulheres e homens nas ciências sofrem interferências dos seus contextos de vida e são dependentes das oportunidades vivenciadas por cada

cientista. As reflexões filosóficas de Paul Feyerabend, por sua vez, contribuem nessa discussão por trazerem que historicamente a ciência não se constrói sobre um conjunto de regras imutáveis e universais (REGNER, 1996), mas que se desenvolve baseada na diversidade e pluralidade de ideias e de pessoas (DAMASIO; PEDUZZI, 2015b) estando diretamente relacionada ao contexto sociocultural no qual é produzida. Ao aproximar ambos os referenciais com os objetivos deste trabalho, percebe-se que, por meio dos exemplos de mulheres cientistas, pode ser possível entender a ciência como sendo uma construção multifacetária, desenvolvida com base no trabalho intelectual de diferentes pessoas.

Metodologia

Este artigo fora organizado a partir de um recorte do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado *As Mulheres e o Prêmio Nobel: as pesquisas de Maria Goeppert-Mayer e Donna Strickland e suas implicações no ensino de Física*¹. A pesquisa, no geral, seguiu as seguintes etapas: (a) levantamento bibliográfico de trabalhos relativos às contribuições das cientistas; b) apropriação dos conceitos da Física para compreensão de tais contribuições; (c) redação de textos paradigmáticos com a abordagem das contribuições das cientistas e das suas trajetórias acadêmicas; (d) construção de propostas didáticas baseadas na Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica que discutam as contribuições dessas cientistas. Por questão de espaço, as discussões apresentadas a seguir serão restritas a terceira etapa. Nessa etapa, em específico, a discussão construída se baseou em materiais que relatam os aspectos históricos da vida das pesquisadoras, além dos artigos originais redigidos por estas cientistas.

Resultados e Análise

Ainda que se apresente um consenso, nas pesquisas em educação em ciências, quanto à necessidade de discussão sobre a participação das mulheres na ciência, ainda existem poucos trabalhos que abordem essa temática. Os resultados deste trabalho objetivam contribuir com essa abordagem, evidenciando as contribuições científicas e os percalços presentes na trajetória acadêmica das cientistas Maria Goeppert-Mayer e Donna Strickland. Pelo fato de tais cientistas estarem situadas em momentos históricos diferentes, há mais materiais históricos sobre a vida de Goeppert-Mayer do que sobre a vida de Strickland; isso justifica o espaço dado à discussão de cada uma das cientistas.

Sobre as Cientistas

Maria Goeppert-Mayer

Maria Gertrud Kate Goeppert nasceu no dia 28 de junho de 1906, na cidade de Katowice pertencente então à Alemanha; hoje, a região integra a Polônia. Apesar de seu desejo de ingressar na universidade, não havia escolas, naquela época, para preparação de meninas para este propósito. Em 1921, Maria Goeppert-Mayer deixou a escola pública para estudar em uma pequena escola particular, administrada por mulheres sufragistas, que possuíam justamente a intenção de preparar meninas

¹ O trabalho na íntegra está disponibilizado em:

<<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/1302>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

para os exames de admissão das universidades. Em consequência de problemas financeiros, a instituição fechou as portas antes que Maria pudesse concluir seu curso. Apesar disso, três anos depois, Maria Goeppert fora aprovada no exame e admitida como estudante de Matemática na Universidade de Göttingen, embora posteriormente tenha adentrado nos estudos da Física (SACHS, 1982).

Durante a década de 1930, Maria Goeppert-Mayer se casou com o químico Joseph Mayer; juntos, tiveram dois filhos: Marianne, nascida em 1933; e Peter, nascido em 1938. Embora seu marido tenha assumido um papel importante na sua carreira científica, por sempre encorajá-la e persuadi-la a continuar na ciência, McGrayne (1985) conta que a cientista chegou a relatar a culpa de não poder estar tão presente na vida dos filhos por conta dos compromissos acadêmicos; este percalço ainda é percebido de maneira recorrente na biografia de muitas mulheres cientistas, pelo fato de se associar o cuidado das crianças às mulheres.

Durante essa década, Maria Goeppert-Mayer e seu marido se mudaram para a cidade norte-americana de Baltimore, no estado de Maryland. Na Universidade Johns Hopkins, Maria Goeppert-Mayer trabalhou nas atividades científicas da instituição, também lecionando algumas palestras para estudantes de graduação (SACHS, 1982) sem quaisquer remunerações financeiras (MCGRAYNE, 1995). Essa situação era resultado dos problemas salariais durante a Grande Depressão bem como devido à vigência de uma lei contra o nepotismo. Em 1939, Joseph e Maria Goeppert-Mayer se mudaram para Nova York, onde trabalharam na Universidade de Columbia (SACHS, 1982). No ano de 1941, ela conseguiu, pela primeira vez, uma posição remunerada de meio período na faculdade Sarah Lawrence (SACHS, 1982). Novamente, além das dificuldades na conciliação entre maternidade e vida acadêmica, muitas mulheres cientistas vivenciaram problemas em receberem salários.

Depois da Guerra, em 1946, Joseph e Maria Goeppert-Mayer se mudam para a cidade de Chicago. Novamente, Maria Goeppert-Mayer acabou por trabalhar como professora voluntária na Universidade de Chicago, que não permitia a contratação de casais em cargos acadêmicos. Ao mesmo tempo, Maria Goeppert-Mayer passou a colaborar em pesquisas sobre física nuclear no recém-formado Laboratório Nacional de Argonne. O apoio financeiro dessa instituição fora crucial para que Maria Goeppert-Mayer pudesse desenvolver sua maior contribuição para o campo da física nuclear (SACHS, 1982).

No ano de 1963, Maria Goeppert-Mayer recebeu o Prêmio Nobel de Física, prêmio compartilhado com Johannes Hans Jensen e Eugene Wigner, por suas descobertas relativas à estrutura nuclear. Entretanto, um dos jornais da Califórnia divulgou a láurea da cientista da seguinte maneira: “Mãe de San Diego ganha o Prêmio Nobel” (PACHECO, 2019). Somente após a sua láurea no Nobel, Maria Goeppert-Mayer fora nomeada professora titular de Física, na Universidade da Califórnia. Infelizmente, veio a falecer devido a uma embolia pulmonar no início do ano de 1972 (MCGRAYNE, 1995).

Donna Strickland

Donna Theo Strickland, nascida no dia 27 de maio de 1959 na cidade canadense de Guelph, é uma física especializada no estudo dos *lasers*, sendo a terceira mulher a receber um Prêmio Nobel de Física. Em 1981, Donna Strickland graduou-se em Engenharia da Física pela Universidade MacMaster, no Canadá. Em

1989, na Universidade de Rochester, localizada em Nova Iorque, ela cursou seu doutorado em óptica. Semelhante ao ocorrido com Maria Goeppert-Mayer, Donna Strickland também encontrou dificuldades para ingressar em posições universitárias, pelos problemas em encontrar cargos para acadêmicos que são casados. Em 1991, ela se casou com o também físico Doug Dykaar; entretanto, enquanto seu marido conseguiu ocupar cargos em universidades nos anos seguintes, Strickland acabou por ocupar posições externas à academia por alguns anos (NOBEL PRIZE, 2019), o que evidencia, historicamente, as visíveis dificuldades das cientistas de se colocarem nos espaços acadêmicos.

Cabe ressaltar que a cientista não possuía uma página sobre sua biografia na Wikipédia, diferentemente de seus colegas laureados, até o momento do anúncio da láurea em meados de outubro de 2018. Apesar de ser citada indiretamente na página do seu orientador, uma página própria sobre a cientista ainda não havia sido autorizada pelos moderadores. Segundo a notícia veiculada pela revista norte-americana *The Atlantic*, um usuário solicitou a criação de uma página sobre a cientista em maio de 2018, mas o pedido fora negado por um moderador do *site*, alegando que não havia referências suficientes que qualificassem a criação de um artigo sobre a cientista. Assim, percebe-se que apesar das importantes contribuições de Strickland para a física dos *lasers*, o reconhecimento da cientista em uma página da Wikipédia ocorreu em simultâneo com a divulgação da sua láurea no Prêmio Nobel de Física (KOREN, 2018).

Contribuições das Cientistas

Maria Goeppert-Mayer (1906-1972) recebeu a láurea no Prêmio Nobel de Física no ano de 1963, pela construção teórica para a estrutura do núcleo atômico, denominado modelo nuclear em camadas. Utilizando o conceito primeiramente definido por Wigner, Mayer denominou esses números específicos de *números mágicos*. Esses conhecimentos resultaram na publicação de uma obra por Mayer e Jensen no ano de 1955, intitulada *Elementary Theory of Nuclear Shell Structure*. Segundo este modelo, de maneira análoga aos elétrons que são dispostos em camadas eletrônicas, os prótons e nêutrons ocupam “conchas” nucleares que, quando preenchidas completamente em um determinado número, resultam em um átomo estável (GOEPPERT-MAYER, 1948).

Donna Strickland (1959-), por sua vez, recebeu a láurea no Prêmio Nobel de Física em 2018 pelo desenvolvimento de uma técnica, em seu doutorado, denominada *chirped pulse amplification* (STRICKLAND; MOUROU, 1985), cujo objetivo era aprimorar a intensidade de pulsos de *lasers* ultracurtos que não destruíssem o meio de amplificação; pois, na produção desses *lasers*, intensidades muito altas poderiam danificar os cristais utilizados na amplificação dos pulsos de *laser*. A relevância da pesquisa de Strickland possibilitou intensificar o interesse e as pesquisas sobre o uso de *lasers* de alta intensidade, em aplicações complementares na Medicina, como na realização de cirurgias oculares.

Considerações Finais

As discussões supracitadas demonstram a importância da utilização de exemplos de mulheres cientistas, objetivando desconstruir o estereótipo masculino de ciência presente no contexto de educação em ciências. Nesse contexto, é importante ressaltar a atenção necessária quanto à discussão de aspectos sobre a história de mulheres cientistas: a concepção de que poucas mulheres atuam na

ciência, às vezes disseminado de maneira implícita por muitos discursos da educação científica, perpetua ainda mais uma percepção de uma ciência para pessoas especialmente dotadas. Assim, de acordo com Cordeiro e Peduzzi (2014, p. 558-559), “é essencial, no entanto, que não se caia na armadilha de, tratando tais mulheres como geniais, pintá-las como exceções que confirmam a regra: a de que apenas mulheres muito especiais podem empreender a atividade científica”.

Assim, considera-se importante apresentar elementos relativos a essas cientistas como as dificuldades encontradas em sua trajetória durante a conquista de seu espaço acadêmico (LIMA, 2015). Os exemplos das cientistas demonstram que, os obstáculos relativos à permanência e a visibilidade das mulheres nos espaços científicos, principalmente vivenciados por Goeppert-Mayer, que trabalhou durante anos em uma posição voluntária tendo que conciliar a maternidade com a vida científica, constituem situações que visam fazer com os alunos visualizem a consciência da necessidade de mudança dessa realidade para que novas cientistas possam adentrar no mundo científico.

Concluindo, cabe ressaltar que esse trabalho veio a propiciar o desenvolvimento de uma série de vídeos² de divulgação científica sobre as ganhadoras do Nobel de Física, disponibilizado no canal IFSCience, que apresenta as contribuições científicas e as trajetórias acadêmicas de Maria Goeppert-Mayer e de Donna Strickland.

Referências

CARVALHO, M. G.; CASAGRANDE, L. S. Mulheres e ciência: desafios e conquistas. **Revista Interthesis**, v. 8, n. 2, p. 20-35, 2011.

CORDEIRO, M. D. Questões de gênero na ciência e na educação científica: uma discussão centrada no Prêmio Nobel de Física de 1903. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 9., 2013, Águas de Lindóia. Atas... Águas de Lindóia, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Entre os transurânicos e a fissão nuclear: um exemplo do papel da interdisciplinaridade em uma descoberta científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 536-563, 2014.

CORDEIRO, M. D. **Ciência e valores na história da fissão nuclear**. 2016. 230 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

CORDEIRO, M. R. Mulheres na Física: um pouco de história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 669-672, 2017.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. A coerência e complementaridade entre a epistemologia de Paul Feyerabend e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica no ensino de História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, 2015a.

² Disponível em: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLK9mQghplzKcaR0liAec1DYWBw2_Vx_pX>. Acesso em: 19 jun. 2020.

- DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. O pior inimigo da ciência: procurando esclarecer questões polêmicas da epistemologia de Paul Feyerabend na formação de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, 2015b.
- FERNANDEZ, I. *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.
- GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GOEPPERT-MAYER, M. On closed shells in nuclei. **Physical Review**, v. 74, n. 3, p. 235-239, 1948.
- HEERDT, B; BATISTA, I, d. L. Questões de gênero e da natureza da ciência na formação docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 30-51, 2016.
- KOREN, M. One Wikipedia Page Is a Metaphor for the Nobel Prize's Record With Women. 2018. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/science/archive/2018/10/nobelprize-physics-donna-strickland-gerard-mourou-arthur-ashkin/571909/>. Acesso em: 24 abr.2019.
- LIMA, I. P. C. Lise Meitner e a fissão nuclear: uma visão não eurocêntrica da ciência. **Revista Gênero**, v. 16, n. 1, p. 51-65, 2015.
- LIMA, L. V. S.; DANTAS, J. M.; CABRAL, C. C. “Cientista, como é?”: concepções de estudantes do ensino médio sobre gênero e natureza da ciência. In: **Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, 10., 2017, Sevilla. Atas... Sevilla, Revista Enseñanza de las Ciencias, 2017.
- MCGRAYNE, S. B. Maria Goeppert Mayer. **The Physics Teacher**, v. 33, n. 424, p. 424-429, 1995.
- MOREIRA, M. A. Pesquisa básica em educação em ciências: uma visão pessoal. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 3, n. 1, p. 10-17, 2004.
- NOBEL PRIZE. **Nobel Prize awarded women**. 2019. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/nobel-prize-awarded-women/>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- PACHECO, M. A. L. Marie Goeppert-Mayer: una mujer excepcional. **Universitario Potosinos: Revista de Divulgación Científica**, v. 15, n. 233, p. 36-37, 2019.
- REGNER, A. C. K. P. Feyerabend e o pluralismo metodológico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 231-247, 1996.
- SACHS, R. G. Maria Goeppert-Mayer – two-fold pioneer. **Physics Today**, v. 35, n. 2, p. 46-51, 1982.
- SAITOVITCH, E. B.; LIMA, B. S.; BARBOSA, M. C. Mulheres na Física: uma análise quantitativa. In: SAITOVITCH, E. M. B. et al. (Orgs.). **Mulheres na física: casos históricos, panorama e perspectivas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.
- STRICKLAND, D.; MOUROU, G. Compression of amplified chirped optical pulses. **Optics Communications**, v. 56, n. 3, 1985.
- ZAGUETTO, A. P; VENANCIO, T. Os percalços do Nobel: deslizes e polêmicas do grande prêmio. **ComCiência**, n. 164, 2014.

FORMAÇÃO E SABERES DOCENTES PARA A INCLUSÃO DO ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL EM AULAS DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES DA ÁREA

TRAINING AND TEACHING KNOWLEDGE FOR THE INCLUSION OF VISUAL DISABLED STUDENTS IN PHYSICS CLASSES: AN ANALYSIS OF PUBLICATIONS IN THE AREA

Angelita Vieira de Moraes¹, Eder Pires de Camargo²

¹UFES-Alegre/Departamento de Química e Física, e-mail: angelitamvieira@yahoo.com.br

²UNESP-Ilha Solteira/Departamento de Física e Química, e-mail: eder.camargo@unesp.br

Resumo

O presente trabalho faz um levantamento de artigos, nos principais eventos da área, sobre a formação docente e o ensino de Física para alunos com deficiência visual. Foram selecionados 24 artigos que foram analisados segundo a técnica da Análise de Conteúdo de Bardin. Essa pesquisa teve como objetivo analisar o foco temático de cada trabalho selecionado e a possível presença, nos seus textos, de ideias que poderiam ser relacionadas aos saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. Por meio dessa análise constatou-se a escassez de trabalhos sobre a temática em questão, principalmente no que tange a questão curricular. Verificou-se também que há pouca discussão sobre os saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. De forma geral, a pesquisa aponta para a necessidade de se investir em pesquisas sobre a formação do professor de Física na perspectiva da inclusão, no que tange a questão da deficiência visual.

Palavras-chave: formação docente, saberes docentes, deficiência visual, ensino de Física.

Abstract

The present work makes a survey of articles, in the main events of the area, about the teacher formation and the Physics Education for students with visual impairment. Twenty-four articles were selected and analyzed using the Bardin Content Analysis technique. This research aimed to analyze the thematic focus of each selected work and the possible presence, in its texts, of ideas that could be related to the teaching knowledge for the inclusion of the visually impaired student in Physics classes. Through this analysis, there was a scarcity of studies on the subject in question, especially with regard to the curricular issue. It was also found that there is little discussion about teaching knowledge for the inclusion of students with visual impairment in Physics classes. In general, the research points to the need to invest in research on the formation of the Physics teacher from the perspective of inclusion, with regard to the issue of visual impairment.

Keywords: teacher training, teaching knowledge, visual impairment, Physics education.

Introdução

A maioria das pesquisas da área de ensino de Física, que engloba o público alvo da Educação Especial, trata da deficiência visual (MORAIS, CAMARGO, 2018).

Muitos artigos que tratam do ensino de Física para alunos cegos ou com baixa visão apontam a falta de preparo do professor como uma dificuldade no processo de inclusão, evidenciando a necessidade de se repensar a formação docente. A partir dessa evidência, levantou-se a seguinte questão: As publicações da área, que tratam da formação docente e o ensino de Física para alunos com deficiência visual, abordam quais temáticas?

Camargo (2012) ao tratar da questão da formação docente, levanta algumas especificidades da disciplina de Física e aponta alguns saberes docentes necessários para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. A leitura do texto mencionado conduziu à segunda questão: As publicações da área trazem, em seus textos, alguma semelhança com os saberes docentes propostos por Camargo (2012)?

O referido levantamento teve como objetivo analisar o foco temático de cada trabalho selecionado, e a possível presença, nos seus textos, de ideias que poderiam ser relacionadas aos saberes docentes propostos por Camargo (2012), sob a perspectiva da inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física.

Referencial Teórico

Camargo (2012) aponta e discute alguns saberes docentes que, segundo ele, são necessários ao professor para que ocorra a inclusão do aluno com deficiência visual (cego de nascimento, que perdeu a visão ao longo da vida e com baixa visão) em aulas de Física. Segundo o referido autor, esse conjunto de recomendações se fundamenta “nas condições de acessibilidade do discente, isto é, a consideração de sua potencialidade sensorial mediante as linguagens e contextos geradores de viabilidade comunicacional” (CAMARGO, 2012, p.249).

Seguem abaixo os saberes citados por Camargo (2012):

- 1- Saber sobre a história visual do aluno.
- 2- Saber explicar a estrutura semântico-sensorial dos significados físicos veiculados.
 - 2.1- Saber que significados vinculados às representações visuais sempre poderão ser registrados e vinculados a outro tipo de percepção (tátil, auditiva, etc).
 - 2.2- Saber que significados indissociáveis de representações não-visuais, de relacionabilidade sensorial secundária e sem relação sensorial não necessitam de referencial visual para serem compreendidos.
 - 2.3- Saber que existem fenômenos físicos que não podem ser observados empiricamente, e que, nesse caso, a visão ou qualquer outro sentido não contribui à compreensão deles.
- 3- Saber abordar os múltiplos significados de um fenômeno físico.

4- Saber construir de forma sobreposta registros táteis e visuais de comportamentos/fenômenos físicos de significados vinculados às representações visuais.

5- Saber destituir a estrutura empírica audiovisual interdependente: É importante eliminar códigos auditivos associados aos códigos visuais.

6- Saber trabalhar com linguagem matemática.

7- Saber explorar as potencialidades comunicacionais das linguagens constituídas de estruturas empíricas de acesso visualmente independente.

8- Saber realizar atividades comuns aos alunos com e sem deficiência visual.

9- Saber promover interação entre discentes com e sem deficiência visual, utilizando em tal interação os materiais de interfaces tátil-visuais.

Metodologia

A partir de uma planilha, elaborada pelos autores, que contém trabalhos relacionados ao ensino de Física e o público alvo da Educação Especial, nos principais eventos da área, foram selecionados todos os artigos que abordavam a temática da formação docente e o ensino de Física para alunos com deficiência visual. A referida planilha se constitui parte de um projeto de doutorado de um dos autores do presente artigo. Para a construção da mesma foi feito um levantamento, em todas as edições, em dois eventos da área: o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). Nesse processo foram selecionados aqueles trabalhos que abordavam a deficiência visual, auditiva, física e intelectual, o transtorno global de desenvolvimento e altas habilidades/superdotação (público alvo da Educação Especial).

Retomando, os artigos que abordavam a temática da formação docente e o ensino de Física para alunos com deficiência visual, selecionados a partir da planilha mencionada anteriormente, foram buscados por meio da linha de pesquisa, título, e palavras-chave. Buscou-se por palavras que remetem à formação docente (formação docente, PIBID, formação inicial, dentre outras) e à deficiência visual (cego, cegueira, baixa visão, deficiência visual). No total, foram levantados 24 trabalhos¹, sendo 18 artigos do SNEF e 6 artigos do EPEF.

Para fazer a análise dos dados optou-se pela técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016). A referida técnica é constituída por três etapas: 1- pré-análise, 2- exploração do material, 3- tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Vale destacar que a análise apresentada aqui, não se trata de uma análise fechada e definitiva. Afinal, é uma análise a partir da percepção dos autores dessa pesquisa.

¹ A lista dos artigos analisados pode ser solicitada por meio dos e-mails dos autores do presente trabalho. A mesma não foi disponibilizada aqui devido ao limite de páginas indicado pelo evento.

Resultados e discussões

A tabela 1 apresenta os dados relacionados à temática central dos artigos analisados.

Tabela 1: Categoria 1- Foco Temático

Foco	EPEF	SNEF	Total
1.1- Revisão de Literatura	0	4	4
1.2- Construção de material	1	7	8
1.3- Concepções alternativas	4	6	10
1.4- Legislação/Projeto Político Pedagógico	0	0	0
1.5- Prática Docente	1	1	2

Sobre os artigos que se constituem uma revisão de literatura, todos evidenciam a escassez de trabalhos sobre a temática “formação docente e a inclusão das pessoas com DV nas aulas de Física”.

No que se refere ao item 1.2, este incluiu a construção de maquetes táteis, materiais auditivos, sequências didáticas, planos de aulas, dentre outros. Dos trabalhos que se enquadram nesse item, metade deles está relacionado ao ensino de mecânica, dois abordam física moderna e outros dois estão relacionados ao ensino de ótica. Esses dados apontam para a necessidade de se investir em pesquisas relacionadas à construção e aplicação de recursos didáticos, visto que diante do currículo de Física da Educação Básica, uma vasta quantidade de conteúdos ainda não foi abarcada nos trabalhos da área. Deve-se considerar também que a falta de recursos didáticos é apontada, por muitos autores, como uma dificuldade dos professores no que diz respeito ao ensino de Física para alunos com deficiência visual (MORAIS, CAMARGO, 2018).

Dos trabalhos relacionados ao item “concepções alternativas”, estes, de forma geral, se referem às concepções de alunos da educação básica, professores e/ou licenciandos da área de Ciências Naturais sobre a inclusão dos alunos com deficiência visual nas escolas regulares e na carreira científica. Alguns desses trabalhos discutem a questão da necessidade da visão para a compreensão dos fenômenos da natureza.

Por se tratar de um trabalho relacionado ao levantamento de pesquisas voltadas para a formação dos professores de Física, o item “Legislação/Projeto político Pedagógico” foi elencado na tabela. Entretanto, nenhum trabalho teve como discussão central essa temática, embora muitos autores apontem a necessidade de discutir a formação inicial docente no que tange a questão da inclusão dos alunos com deficiência nas escolas regulares.

O último item da tabela 1 se refere ao dia-a-dia da sala de aula, às dificuldades enfrentadas pelos professores e aos saberes docentes envolvidos no contexto do presente trabalho. Nenhum artigo traz os saberes docentes como assunto central da discussão.

A tabela 2 está relacionada aos saberes docentes apresentados por Camargo (2012). Vale destacar que, embora apenas um trabalho utilize a referência em questão na discussão dos dados, muitos dos artigos analisados apresentam em seus textos algumas semelhanças com alguns dos itens apontados na tabela 2, seja de forma explícita ou implícita.

Tabela 2: Categoria 2- Saberes Docentes

Saberes	Total
2.1- Conhecer a história do aluno (saber 1)	2
2.2-Vínculo da Física com a visão- conhecer/ver (saber 2)	17
2.3- Múltiplos significados de um fenômeno (saber 3)	1
2.4- Construção de material tátil-visual (saber 4)	12
2.5- Códigos auditivos associados aos visuais e descrição oral detalhada (saberes 5 e 7)	5
2.6- Linguagem Matemática (saber 6)	2
2.7- Atividades comuns e interação (saberes 8 e 9)	8

Conhecer a história visual do aluno possibilita ao professor uma escolha adequada dos recursos que serão utilizados durante as aulas para que todos os alunos tenham acesso ao conteúdo. Dois dos artigos analisados citam a importância desse saber, associando-o à metodologia e às estratégias de ensino.

A maioria dos artigos analisados aponta e/ou discute, de alguma forma, a relação da visão com o ato de conhecer algum fenômeno físico. Embora os textos enquadrados na categoria não façam menção ao “saber identificar a estrutura semântico sensorial dos significados físicos veiculados”, esses, de alguma forma, apresentam a necessidade de desvincular o sentido da ação “conhecer” do “ver/enxergar”, o que traz uma aproximação com o segundo saber apresentado por Camargo (2012). O significado de um determinado fenômeno, vinculado às representações visuais, pode ser registrado e vinculado a outro tipo de percepção (CAMARGO, 2012). O tato, por exemplo. Logo, a representação de uma linha de campo elétrico pode ser feita de forma tátil. Alguns significados indissociáveis de representações não visuais não necessitam de referencial visual para serem compreendidos (CAMARGO, 2012). Alguns elementos histórico-filosóficos, por exemplo, se mostram acessíveis a todos os alunos. Ademais, existem aqueles fenômenos físicos que não podem ser observado empiricamente, a noção de campo, por exemplo. Nesse caso, a visão ou qualquer outro sentido não contribui para a compreensão deles (CAMARGO, 2012).

De acordo com Camargo e Nardi (2007, p.9):

“Parece haver, uma relação entre conhecer e ver, na medida em que o convencimento de que se conhece apenas se estabelece pela visualização ou representação visual do objeto de conhecimento. Superar tal relação e reconhecer que a visão não pode ser utilizada como pré-requisito para o conhecimento de alguns fenômenos como os de física moderna, pode indicar alternativas ao ensino de física, alternativas estas que enfocarão a deficiência visual não como uma limitação ou necessidade educacional especial, mas como perspectiva auxiliadora para a construção do conhecimento de física por parte de todos os alunos”.

Apenas um artigo aborda a importância de considerar os múltiplos significados de um fenômeno nas aulas de Física. O referido trabalho apresenta, por meio das respostas a um questionário, a visão de alunos finalistas de um curso em licenciatura em Física sobre o ensino de Física para alunos com DV. No decorrer da análise, os autores estabelecem uma relação entre as respostas dadas pelos licenciandos e alguns dos saberes docentes discutidos por Camargo (2012).

O item 3.4 se refere a um saber relacionado à construção de maquetes táteis e visuais de fenômenos físicos de significados vinculados às representações visuais, tornando as informações acessíveis aos alunos videntes, cegos e com baixa visão. Entretanto, alguns autores evidenciam que o material proposto em seus trabalhos é de utilização exclusiva daqueles com deficiência visual, propondo materiais diferentes para os videntes. Optou-se por manter esses trabalhos classificados no item em questão, pelo fato dos autores do presente artigo entenderem que os recursos propostos podem ser acessíveis a todos os alunos.

Um dos textos analisados, além de apontar a importância de desvincular códigos auditivos dos códigos visuais e/ou da descrição oral detalhada (saberes 5 e 7), também aborda a questão de saber trabalhar com a linguagem matemática. Segundo os autores, é importante que

“o docente que trabalhe com explicações orais em conjunto com representações visuais na lousa ou no computador, seja oralmente descritivo em suas ações, disponibilizando aos alunos com deficiência visual, referenciais de observação não visuais dos objetos de ensino, como por exemplo, gráficos e figuras em alto relevo, sistema de resolução de equações que proporcione simultaneidade entre representação não visual, raciocínio e contato não visual com tais representações” (CAMARGO, NARDI, 2007, p.4).

Saber realizar atividades comuns aos alunos com e sem deficiência visual implica na não realização de atendimentos particularizados quando isso representa um ambiente separado de ensino. Saber promover a interação entre os alunos com e sem deficiência visual, utilizando as maquetes tátil-visuais, implica na organização de contextos comunicacionais que favoreçam a interatividade. Um dos artigos descreve um experimento sobre centro de massa, realizado por todos os alunos de uma turma de um curso de licenciatura, incluindo um aluno com baixa visão. A atividade envolveu discussão e levantamento de hipóteses, dentre outras ações, utilizando o material tátil-visual, favorecendo a interação entre os alunos, em um único ambiente de ensino.

Pensando na interação entre os alunos com e sem deficiência visual, algumas propostas, dos artigos analisados, apontam a construção de gráficos que podem ser lidos de forma tátil ou visual. Ademais, uma delas, com o objetivo de que todos os alunos pudessem construir os seus gráficos, utilizou uma tábua do geoplano. Sendo assim, fica evidenciado, em alguns textos, a construção dos materiais de interface tátil-visuais para promover a interação entre os discentes.

O artigo de Veraszto et al. (2019) é um dos trabalhos que apresenta, em seu texto, conteúdos próximos aos saberes docentes propostos por Camargo (2012). Os autores apontam a necessidade de utilizar abordagens que desvinculem os fenômenos físicos das representações visuais e caso esse rompimento não seja possível, orientam a contextualização histórica e/ou tecnológica do tema. Durante a discussão, também é feito um alerta sobre as barreiras comunicacionais que dificultam a participação efetiva dos alunos com DV. Além de proporem a construção de maquetes tátil-visuais, aponta que a utilização desse material deve possibilitar a interação entre os alunos com e sem deficiência visual.

Vale destacar que em alguns artigos não foram identificadas semelhanças com os saberes docentes propostos por Camargo (2012). Entretanto, cabe reiterar que essa análise não se constitui um resultado fechado.

Diante do exposto, percebe-se que poucos trabalhos fazem menção à necessidade de se conhecer a história visual do aluno, de se abordar os múltiplos significados de um fenômeno físico e de trabalhar com a linguagem matemática de forma acessível aos alunos com DV. A questão da necessidade de desvincular os códigos auditivos dos códigos visuais, descrição oral detalhada, saber realizar atividades comuns aos alunos com e sem deficiência visual, em um único ambiente de ensino, e promover a interação entre discentes com e sem DV, utilizando os materiais de interfaces tátil visuais, também estão pouco presentes nos trabalhos da área.

A construção de materiais tátil-visuais e a relação do fenômeno físico com a visão, apesar de serem situações mais recorrentes nos artigos analisados, ainda são situações discutidas, em sua maioria, de forma superficial. A falta de referência no corpo do texto, quando esses itens veem à tona, evidencia essa superficialidade. Ademais, em consonância com Morais e Camargo (2018), percebe-se que ainda faltam muitos conteúdos da disciplina em questão para serem abordados. Ainda faltam materiais de apoio aos professores. No que tange de fato à formação docente, nenhum artigo discute de forma incisiva a questão curricular dos cursos de licenciatura em Física.

Vale reiterar que essa análise não se trata de uma análise fechada. A mesma é feita a partir da percepção dos autores desta pesquisa.

Considerações Finais

O presente trabalho apresentou uma revisão dos trabalhos, de todas as edições, dos principais eventos da área de Ensino de Física, sobre a formação docente e o ensino de Física para alunos com deficiência visual. Por meio desse levantamento, foi possível perceber a escassez de pesquisas voltadas para a formação docente e o ensino de Física para alunos com DV. Principalmente no que diz respeito à questão curricular. O que causa estranheza visto que, dos trabalhos analisados, muitos deles apontam a formação docente, a falta de preparo do

professor, como um empecilho à inclusão do aluno com DV nas aulas de Física. Os trabalhos analisados são, em sua maioria, recursos/propostas didáticas e análise de concepções alternativas dos estudantes e/ou professores.

Verificou-se também que muitos dos trabalhos analisados trazem, no seu texto, alguma semelhança com os saberes docentes apresentados por Camargo (2012). Entretanto, constatou-se que ainda há pouca discussão sobre o assunto. Discutir os saberes necessários ao professor, dentro dessa perspectiva, é relevante para a construção do currículo desse profissional. Saberes docentes e currículo estão atrelados. Muitos dos artigos aqui estudados apontam a falta de preparo do professor como um empecilho ao ensino de Física de forma inclusiva, evidenciando a necessidade dessa discussão.

Vale destacar ainda que Camargo (2012) não apresenta os “saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física” como um corpo fechado e definitivo de conhecimento. A ideia do autor é contribuir com a prática da sala de aula e discutir sobre a influência das percepções sensoriais nos significados de fenômenos físicos.

Diante do exposto, os resultados dessa análise apontam para a necessidade de se investir em pesquisas sobre a formação do professor de Física na perspectiva da inclusão do aluno com deficiência visual.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luiz Antero Reto e Augusto Pinheiro. 1 ed. Lisboa: Edições 70, 2016.

CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física**. São Paulo, Editora UNESP, 2012. Disponível em: < <http://books.scielo.org/id/zq8t6/pdf/camargo-9788539303533.pdf>>. Acesso em: 23/08/19.

CAMARGO, E. P. NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de mecânica para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17, 2007, São Luís. **Anais eletrônicos...** São Luís, 2007. Disponível em: < <http://www.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/resumos/T0510-2.pdf>>. Acesso em: 27/02/2019.

MORAIS, A. V.; CAMARGO, E. P. O ensino de Física e a Deficiência Visual: uma análise das publicações dos EPEF's. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, 8., 2018, São Carlos. **Anais eletrônicos...** São Carlos, 2018. Disponível em: < <https://proceedings.science/cbee/cbee-2018/papers/o-ensino-de-fisica-e-a-deficiencia-visual---uma-analise-das-publicacoes-dos-epef---s->>. Acesso em: 27/09/19.

VERASZTO, E. V. et al. Inclusão escolar e formação de professores: análise de propostas de ensino de óptica geométrica para alunos deficientes visuais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 23, 2019, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador, 2019. Disponível em: < <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiii/programa/trabalhos.asp?sesId=21> >. Acesso em: 12/01/2020.

**O ENSINO DE ASTRONOMIA PARA O PÚBLICO ALVO DA
EDUCAÇÃO ESPECIAL: UMA ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES DE
EVENTOS DA ÁREA DE ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA**

**TEACHING ASTRONOMY TO THE TARGET AUDIENCE OF SPECIAL
EDUCATION: AN ANALYSIS OF PUBLICATIONS OF EVENTS IN THE
AREA OF PHYSICS EDUCATION AND ASTRONOMY**

Angelita Vieira de Moraes¹, Eder Pires de Camargo², Rodolfo Langhi³

¹UFES-Alegre/Departamento de Química e Física, e-mail: angelitamvieira@yahoo.com.br

²UNESP-Ilha Solteira/Departamento de Física e Química, e-mail: eder.camargo@unesp.br

³UNESP-Bauru/Departamento de Física/ e-mail: rodolfo.langhi@unesp.br

Resumo: Esse artigo apresenta uma revisão dos trabalhos apresentados, em todas as edições, em eventos da área de ensino de Física e ensino de Astronomia, relacionados ao ensino de Astronomia para o público alvo da Educação Especial - pessoas com deficiência, transtornos globais de desenvolvimento e altas habilidades/superdotação. O objetivo inicial foi quantificar esses trabalhos. Pretendeu-se também investigar os conteúdos abrangidos e o foco daqueles trabalhos relacionados à deficiência visual, utilizando a técnica da análise de conteúdo de Bardin. Os resultados indicam uma baixa produção de publicações relacionadas à inclusão do público alvo da Educação Especial no ensino de Astronomia. A maioria dos artigos levantados trata da deficiência visual, com foco na construção e/ou aplicação de recursos didáticos, abordando poucos conteúdos. Os resultados encontrados também apontam para a pouca discussão sobre a formação de professores e as tecnologias da informação e comunicação; a importância de estabelecer a inclusão também nos espaços não formais de ensino, evidenciando que ainda há muito para fazer.

Palavras-chave: Inclusão, Ensino de Astronomia, Deficiência Visual, Revisão de Literatura.

Abstract: This article presents a review of the works presented, in all editions, in events in the area of Physics Education and Astronomy Education, related to the Astronomy Education for the target audience of Special Education - people with disabilities, global developmental disorders and high skills / giftedness. The initial objective was to quantify these works. It was also intended to investigate the contents covered and the focus of those works related to visual impairment, using Bardin's content analysis technique. The results indicate a low production of publications related to the inclusion of targeted by Special Education in the teaching of Astronomy. Most of the articles surveyed deal with visual impairment, focusing on the construction and / or application of didactic resources, addressing few contents. The results found also point to little discussion about teacher training and information and communication technologies; the importance of establishing inclusion also in non-formal teaching spaces, showing that there is still a lot to do.

Keywords: Inclusion, Astronomy Education, Visual Impairment, Literature Review.

Introdução

Diversos autores defendem o ensino da astronomia (LANGHI, 2009; STEFFANI, ZANATTA, 2011; SIQUEIRA, LANGHI, 2011). Langhi (2009) aponta que essa ciência: faz parte, intensamente, da nossa vida; promove o interesse e a aproximação da ciência em geral; possui um potencial motivador, provocando a curiosidade, admiração e imaginação; é fundamental para a formação do cidadão; é popularizável; está enraizada na história; possui aplicações práticas para o dia-a-dia, contribui para a evolução de outras ciências.

Apesar de se configurar uma temática importante para a formação do cidadão, muitas são as dificuldades enfrentadas pelo ensino de astronomia nas diversas etapas de ensino (LANGHI, NARDI, 2005): falta de curso de aperfeiçoamento na área, no que tange a formação docente continuada, por exemplo.

Alguns autores alertam que essa situação se agrava quando pretende-se incluir o público alvo da Educação Especial (EE)¹, apontando que, nos espaços de educação formal ou não formal, não há profissionais com formação adequada (no que diz respeito ao ensino de astronomia e à educação inclusiva) e a maioria não possui experiência; não há recursos didáticos adequados; o espaço físico disponível deixa a desejar (STEFFANI, ZANATTA, 2011). Em consonância, Siqueira e Langhi (2011), também apontam alguns impasses: “lotação das salas, falta de recursos adaptados, falta de salas de apoio, dificuldade de adaptação do material didático, ausência de letores e a falta de professores capacitados para atender esse público” (SIQUEIRA, LANGHI, 2011).

Diante do exposto, surgiu uma questão inicial: Quais são os indicadores apontados pelos trabalhos dos eventos mais representativos da área no que se refere ao ensino de astronomia para estudantes da Educação Especial?

Esse trabalho se constitui um recorte de uma revisão de literatura mais ampla, que integra uma pesquisa de doutorado. O mesmo apresenta dados do levantamento das publicações, de todas as edições, de dois eventos da área de Ensino de Física e um da área de Educação em Astronomia: 1- Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF); 2- Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA); 3- Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), no que tange o ensino de astronomia para pessoas cegas e com baixa visão.

Os trabalhos apresentados nos EPEF's refletem os estudos realizados por pesquisadores, alunos e professores, geralmente de cursos *stricto sensu* da área de Ensino de Física. Logo, a partir da presente revisão das produções do referido evento, foi possível analisar o que tem sido pesquisado sobre a temática abordada no presente trabalho e a frequência dessas publicações. Já os SNEF's incluem também as pesquisas realizadas por professores e alunos dos cursos de licenciatura em Física. No que diz respeito ao SNEA, esse se constitui um evento mais específico. De acordo com a Sociedade Brasileira de Astronomia (SBA), o evento é um “fórum nacional para debate de ideias, apresentação de trabalhos e estruturação da educação em astronomia”.

¹ “Na perspectiva da educação inclusiva, a educação especial passa a constituir a proposta pedagógica da escola, definindo como seu público-alvo os alunos com deficiência, transtornos globais de desenvolvimento e altas habilidades/superdotação” (BRASIL, 2008, p. 15).

O presente trabalho teve como objetivo inicial levantar os artigos relacionados ao ensino de astronomia para o público alvo da Educação Especial e, posteriormente, investigar o foco e o conteúdo abordado, no que diz respeito aos artigos relacionados à deficiência visual, utilizando a técnica da análise de conteúdo (BARDIN, 2016).

Metodologia

O presente trabalho se constitui um levantamento de literatura que integra uma pesquisa de doutorado. Inicialmente, realizou-se uma busca nas atas dos SNEF's e EPEF's, disponíveis no site da Sociedade Brasileira de Física. Como algumas edições não disponibilizavam as atas, foi necessário seguir com a busca diretamente na programação disponível no site dos eventos, visto que a mesma indicava os links de acesso aos trabalhos apresentados. Inicialmente foram selecionados aqueles artigos relacionados ao público alvo da educação especial, por meio da leitura direta dos seus títulos e palavras-chave. Buscou-se pelas seguintes palavras: inclusão, deficiência visual, deficiência auditiva, deficiência intelectual, deficiência física, transtorno do espectro autista, cego, cegueira, baixa visão, surdo, dentre outras relacionadas à temática. Esses artigos foram catalogados em uma planilha contendo título, autor, instituição, palavras-chave, linha de pesquisa e link de acesso ao mesmo. Por meio dessa planilha geral foi possível selecionar aqueles trabalhos relacionados à astronomia. Posteriormente entendeu-se ser necessário incluir nesse levantamento as pesquisas apresentadas nos SNEA's, seguindo a mesma metodologia descrita até o momento. Vale destacar que, no caso do SNEA, recorreu-se também aos cadernos de resumos, que são disponibilizados aos participantes do evento, pela organização do mesmo. Isso se fez necessário por ainda não estar disponível nenhuma informação dos trabalhos apresentados na última edição do SNEA.

A análise foi iniciada a partir de três planilhas com artigos sobre ensino de astronomia para o público alvo da educação especial, uma de cada evento (EPEF, SNEF, SNEA). A leitura dos resumos dos trabalhos contidos nessas planilhas permitiu levantar as primeiras impressões, caracterizando uma pré-análise, uma das etapas da técnica de Análise do Conteúdo (BARDIN, 2016). A referida metodologia perpassa três etapas: 1- pré-análise, 2- exploração do material, 3- tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Durante a análise, dos 41 artigos selecionados, foi feito o registro da frequência de artigos relacionados à deficiência visual (DV), deficiência auditiva (DA), deficiência intelectual (DI), deficiência física (DF), transtorno global do desenvolvimento (TGD) e altas habilidades/superdotação (AH/S). Posteriormente, optou-se por estudar aqueles trabalhos que envolviam a DV visto que os mesmos se constituem maioria no que diz respeito às publicações selecionadas na presente pesquisa.

Após a preparação do material, relacionado à deficiência visual, passamos para a exploração do mesmo, aplicando as decisões tomadas nas etapas anteriores (BARDIN, 2016). Nessa fase foi feita a categorização a partir dos objetivos dessa pesquisa. Sendo assim, elaborou-se um conjunto de categorias a priori que constituiu a base para a análise, que será apresentado posteriormente.

Análise dos dados e discussão

A partir do levantamento descrito anteriormente foram encontrados apenas 41 artigos². Desses, 28 estão relacionados à DV. Vale destacar que, desses, apenas dois são referentes ao EPEF. Os demais foram apresentados nos SNEA's e nos SNEF's.

Conforme a tabela 1 acusa, dos 1708 trabalhos apresentados nos EPEF, apenas dois tratam da astronomia para o público alvo da Educação Especial, ou seja, aproximadamente 0,12% dos trabalhos.

Nos SNEA's, 3,18% dos trabalhos abordam o ensino de astronomia para o público alvo da Educação Especial. Já era esperado um número maior de trabalhos, comparado com os outros dois eventos, por se tratar de um evento específico da área de Educação em Astronomia.

Tabela 1: Eventos da área- publicações gerais e específicas

Evento	Total de artigos	Artigos relacionados ao Ensino de Astronomia e Inclusão
SNEF	5607	22
EPEF	1708	2
SNEA	535	17
Total	7850	41

No que diz respeito ao SNEF, 22 artigos envolvem a astronomia e a inclusão daqueles com DV, DA, DF, TGD e/ou AH/S, o que representa aproximadamente 0,39% dos trabalhos apresentados em todas as edições do evento. Esse baixo índice pode ser justificado pelo fato do evento, assim como o EPEF, ser um evento mais geral (ensino de Física), pois os trabalhos abordam os diversos conteúdos da área (mecânica, termologia, óptica, ondulatória, eletromagnetismo, física moderna), incluindo astronomia. Ademais, deve-se considerar também que o primeiro trabalho relacionado à inclusão do público alvo da Educação Especial, apresentado no referido evento, data de 1999, enquanto que o primeiro SNEF aconteceu em 1970.

As discussões sobre Educação Especial na perspectiva da educação inclusiva se fortaleceram na década de 1990 com a Conferência Mundial sobre a Educação para Todos e a Conferência Mundial sobre Educação Especial. Esses eventos resultaram na Declaração Mundial de Educação para Todos (1990) e a Declaração de Salamanca (1994), o que incentivou a organização de políticas públicas, inclusive no Brasil, que garantissem o direito de todos à educação (DEIMLING, MOSCARDINI, 2012). Provavelmente, essas circunstâncias refletiram também na área de Ensino de Física e Astronomia, trazendo a discussão para os eventos da área.

No que diz respeito aos trabalhos apresentados nas edições do SNEA, a tabela 2 representa a quantidade de trabalhos relacionados à inclusão do público

² A lista dos artigos analisados pode ser solicitada por meio dos e-mails dos autores do presente trabalho. A mesma não foi disponibilizada aqui devido ao limite de páginas indicado pelo evento.

alvo da Educação Especial em relação a cada edição do evento. Percebe-se que o número de pesquisas que envolvem a DV é superior às demais. Vale reiterar que nada foi encontrado sobre DF e TGD. O único trabalho referente à DI é voltado para alunos com Síndrome de Down. O evento também possui dois artigos sobre AH/S. Uma dessas pesquisas foi realizada em um espaço não formal de ensino. Vale destacar que um dos trabalhos está disponível apenas na forma de resumo, no formato impresso, por meio do caderno de resumo disponibilizado aos participantes do SNEA. O que dificulta o levantamento dos dados visto que o texto disponível contém poucas informações.

Tabela 2: Quadro geral referente às edições do SNEA

Ano	DV	DA	DI	AH/S	TGD	DF	TOTAL
2011	3	0	0	1	0	0	4
2012	0	1	0	0	0	0	1
2014	3	0	1	0	0	0	4
2016	0	0	0	0	0	0	0
2018	5	2	0	1	0	0	8
TOTAL	11	3	1	2	0	0	17

A tabela 3 diz respeito às informações gerais referentes aos SNEF's. Um dos artigos contabilizados na tabela analisou a percepção de um grupo de crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) diante de uma visita realizada pelos mesmos a um observatório.

Tabela 3: Quadro geral referente às edições do SNEF

Ano	DV	DA	DI	AH/S	TGD	DF	Total
2009	1	0	0	0	0	0	1
2011	3	1	0	0	0	0	4
2013	1	1	0	0	0	0	2
2015	2	0	0	0	0	0	2
2017	3	3	0	0	1	0	7
2019	5	1	0	0	0	0	6
Total	15	6	0	0	1	0	22

Outro artigo que merece destaque aborda o conteúdo “Sistema Solar” e apresenta, por meio de fotos e descrição, os recursos utilizados com alunos com Deficiência Múltipla (artigo 33). Entretanto, como o mesmo engloba e dá ênfase à deficiência visual, o mesmo foi incluído nos dados da DV. Assim como nos demais eventos, os trabalhos envolvendo a DV se constituem maioria em todas as edições do SNEF, seguido daqueles relacionados à DA. Sendo assim, optou-se por fazer uma análise dessa maioria observando os seguintes fatores: foco do trabalho e os conteúdos abordados por eles. Logo, os dados mencionados a partir de agora se referem apenas aos trabalhos que envolvem a deficiência visual.

Percebe-se, por meio da tabela 4, que a maioria dos trabalhos está enquadrada no terceiro item da tabela (recursos didáticos/ sequências didáticas). Entretanto, poucos são os trabalhos que descrevem os recursos didáticos

abordados. Logo, isso inviabiliza a reaplicação da proposta. Ademais, vale destacar que, muitos docentes, a fim de suprir as falhas da sua formação, buscam por recursos didáticos e metodologias de ensino em outras fontes (SIQUEIRA, LANGHI, 2011). Portanto, um trabalho nada ou pouco detalhado impede que informações importantes alcancem esses professores. Ademais, alguns não foram aplicados. Sendo assim, não há apontamentos sobre o envolvimento dos alunos com os objetos em questão e resultados dessa prática.

Tabela 4: Ênfase dos artigos

Foco	EPEF	SNEA	SNEF	Total
Concepções alternativas	0	1	0	1
Formação de professores/saberes docentes	0	1	0	1
Recursos didáticos/seqüências didáticas (análise, construção e/ou aplicação)	2	5	12	19
Revisão de literatura	0	3	3	6
TIC	0	1	0	1

A tabela 4 também evidencia a carência de trabalhos na área, principalmente no que tange aos itens: Formação de Professores/saberes docentes, concepções alternativas e Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Diversos artigos apontam a formação insuficiente dos professores como uma das dificuldades, enfrentadas pelos docentes, na implementação de mudanças nas suas práticas pedagógicas, no que tange uma didática inclusiva. Camargo e Nardi (2006), focando no atendimento aos alunos com necessidades educacionais relacionadas à DV, afirmam que a formação docente necessita ser mais discutida.

Outro item de análise está relacionado aos conteúdos abordados pelos trabalhos em questão, na tabela seguinte. Como apontado pela tabela 5, o item “corpos do sistema solar” é o mais abordado nas publicações da área. Essa priorização está em consonância com os conteúdos mais abordados no ensino superior. Investigando os conteúdos programáticos das disciplinas introdutórias específicas que contemplam tópicos de astronomia nos diversos cursos das instituições de ensino superior do País, alguns pesquisadores (BRETONES, COMPIANI, 2001 apud LANGHI, 2009, p.132) encontraram uma importância maior dada aos temas sistema solar, astronomia de posição, sistema Sol-Terra-Lua, e estrelas, seguidos dos demais temas em ordem decrescente de importância: galáxias, história e objeto, cosmologia, instrumentos, céu e constelações, tempo e calendário, mecânica celeste, astrofísica, e por último, o ensino da astronomia (LANGHI, 2009, p.132).

Isso evidencia que aqueles profissionais que tiveram a oportunidade de cursar disciplinas relacionadas ao conteúdo em questão, tem um domínio maior a respeito dos conteúdos relacionados aos corpos do sistema solar por esse ser abordado nas disciplinas introdutórias que contemplam tópicos de astronomia. Essa situação possibilita uma maior utilização desses conteúdos em salas de aula e pesquisas. Entretanto, não se deve esquecer que os mesmos são abrangidos pelos parâmetros curriculares nacionais (BRASIL, 1998, BRASIL, 2002) o que também poderia orientar a prioridade dada aos conteúdos.

Tabela 5: Conteúdos abordados

Conteúdos abordados	EPEF	SNEA	SNEF	Total
Corpos do sistema solar	2	2	6	10
Dia e noite	0	0	1	1
Eclipses	0	0	0	0
Estações do ano	1	1	1	3
Estrelas	0	1	0	1
Fases da Lua	0	3	3	6
Geocentrismo/ heliocentrismo	1	0	1	2
Leis de Kepler	0	0	1	1
Origem e evolução dos astros/universo	0	0	1	1
Poluição luminosa	0	1	0	1
Relógio de Sol	0	0	2	2
Não especificado	0	6	3	9

Vale reiterar que alguns dos trabalhos incluídos nessa análise se constituem uma revisão de literatura, não abordando nenhum conteúdo específico da área. Sendo assim, os mesmos foram classificados no item “não especificado”, assim como aqueles relacionados aos saberes docentes, à observação do céu sem envolver algum astro específico e os demais que não tratam de nenhum conteúdo de forma específica. É importante destacar também que alguns dos artigos analisados abordaram mais de um conteúdo. Sendo assim, esses foram apontados mais de uma vez.

Por fim, os dados apresentados indicam que ainda temos um longo caminho a seguir, visto que o volume de trabalho direcionado para o ensino de astronomia para alunos com DV ainda não é expressivo.

Considerações Finais

Os resultados indicam uma baixa produção de publicações sobre a inclusão do público alvo da Educação Especial no ensino de Astronomia, no que se refere aos trabalhos apresentados nos EPEF's, SNEA's e ENEF's. Apesar da DV ser a situação mais abordada nos trabalhos analisados nesses eventos, percebeu-se uma carência de conteúdos em astronomia nessa perspectiva também. Ademais, embora a maioria dos trabalhos trate da construção e/ou utilização de recursos didáticos, muitos deles não descrevem os recursos construídos de forma a possibilitar uma reaplicação da proposta. Portanto, conforme a análise de conteúdo nos permite inferir, a partir dos resultados encontrados, apresentamos os seguintes indicadores necessários e urgentes para investimento de esforços: a vastidão de conteúdos relacionados à astronomia que ainda precisam ser organizados de forma a não sobrevalorizar a visão, visto que poucos conteúdos sobre Astronomia são abordados; a pouca discussão sobre a formação de professores e as tecnologias da informação e comunicação; a importância de estabelecer a inclusão também nos espaços não formais de ensino, evidenciando que ainda há muito que fazer. É necessário investimento em pesquisa na área para propor possibilidades, delinear limites e contribuir para uma melhoria no ensino a fim de garantir o acesso de todos ao conhecimento.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luiz Antero Reto e Augusto Pinheiro. 1 ed. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BRASIL. MEC. SEESP. **Política nacional de educação especial na perspectiva inclusiva**. Brasília, 2008.
- BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Fundamental. **Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental – Ciências Naturais**. Brasília, 1998. 138p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio – Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002. 144 p.
- CAMARGO, E. P.; NARDI, R. **Um estudo sobre a formação do professor de Física no contexto das necessidades educacionais especiais de alunos com deficiência visual**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10, 2006, Londrina. Anais eletrônicos... Londrina: SBF, 2006. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/x/atas/resumos/T0025-1.pdf>>. Acesso em: 09/08/2018.
- DEIMLING, N. N. M.; MOSCARDINI, S. F. Inclusão Escolar: Política, Marcos Históricos, Avanços e Desafios. **Revista Eletrônica de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, São Paulo, n. 12, 2012. Disponível: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/9325/6177>>. Acesso em: 01/09/2018.
- LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**. nº 2, p.75-92, 2005. Disponível em: <<http://www.iscafaculdades.com.br>>. Acesso em: 27/08/2018.
- SIQUEIRA, K. D.; LANGHI, R. Contribuições de Vygotsky no ensino de astronomia para deficientes visuais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, Rio de Janeiro, 2011. **Anais eletrônicos**. . . Rio de Janeiro, SAB, 2011. Disponível em: <https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2011_TCP8.pdf>. Acesso em: 01/09/2018.
- STEFFANI, M. H. S.; ZANATTA, C. V. Astronomia com arte: estratégias para o ensino a deficientes visuais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, Rio de Janeiro, 2011. **Anais eletrônicos**... Rio de Janeiro, SAB, 2011. Disponível em: <<https://sab-astro.org.br/eventos/snea/i-snea/atas/comunicacoes-orais/co31/>>. Acesso em: 01/09/2018.

O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM E SEM DEFICIÊNCIA VISUAL: A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS ENVOLVENDO VETORES

TEACHING PHYSICS TO STUDENTS WITH AND WITHOUT DEFICIENCY VISUAL: THE USE OF DIDACTIC RESOURCES INVOLVING VECTORS

Jaíne Mação Lordêlo¹, Tamires Christine Dias Rosa², Angelita Vieira de Moraes³

¹Aluna do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre/ES, jainemacao@gmail.com

²Aluna do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre/ES, tamires.christine.dias@gmail.com

³Professora da Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre/ES do Departamento de Química e Física (CCENS), angelitamvieira@yahoo.com.br

Resumo

O presente artigo disserta sobre o tema de práticas inclusivas para o ensino de Física I, abordando a confecção e utilização de recursos didáticos acessíveis aos alunos com deficiência visual e videntes numa instituição pública de ensino superior. Os recursos didáticos foram construídos, com materiais de baixo custo e fácil acesso, e utilizados no decorrer de um projeto de ensino da Universidade Federal do Espírito Santo, campus de Alegre, intitulado “O ensino de Física Básica para alunos com deficiência visual”, no ano de 2017. Esse artigo apresenta os materiais confeccionados referentes ao conteúdo de vetores, que abordam especificamente a decomposição de vetores e o produto vetorial por meio da regra da mão direita. Após o uso e análise do material, foi possível verificar a contribuição positiva do mesmo no processo de ensino e aprendizagem. Os dados foram coletados por meio de relatórios e diários de campo dos alunos participantes e da coordenadora do referido projeto.

Palavras-chave: Educação inclusiva, ensino de Física, deficiência visual, recursos didáticos.

Abstract

This article discusses the topic of inclusive practices for teaching Physics I, addressing the confection and use of educational resources accessible to visually impaired students and visionaries in a public higher education institution. The didactic resources were built, with low cost materials and easy access, and used during a teaching project at the Federal University of Espírito Santo, campus of Alegre, entitled “The teaching of Basic Physics for students with visual impairment”, in year 2017. This article presents the materials made regarding the content of vectors, which specifically address the decomposition of vectors and the vector product through the right hand rule. After the use and analysis of the material, it was possible to verify its positive contribution in the teaching and learning process. The data were

collected through reports and field diaries of the participating students and the coordinator of the referred project.

Keywords: Inclusive education, physics teaching, deficiency visual, didactic resources.

Introdução

Ao longo da história do Brasil a educação especial se destacou pela baixa oferta de serviços e recursos financeiros. Desde a fundação do Instituto Benjamin Constant, em 1854, até os dias atuais as ações do Estado não condizem com a demanda (FRANCO, 2007).

Visando amparar, incluir e dar acessibilidade às pessoas com deficiência visual (DV), em 24 de outubro de 1989 a Lei 7.853 entra em vigor, garantindo integração ao mercado de trabalho e educação adequada ao DV. A Lei nº. 7853/89 se refere aos direitos e deveres das pessoas com deficiência assegurando que em todo o território nacional sejam realizadas ações para melhoria da qualidade de vida, saúde, educação, trabalho, lazer e inclusão dos mesmos.

A inclusão é um movimento educacional, mas também social e político que vem defender o direito de todos os indivíduos participarem, de uma forma consciente e responsável, na sociedade que fazem parte, e de serem aceitos e respeitados naquilo que os diferencia dos outros. No contexto educacional, vem, também, defender o direito de todos os alunos desenvolverem e concretizarem as suas potencialidades, bem como de apropriarem as competências que lhes permitam exercer o seu direito de cidadania, através de uma educação de qualidade (FREIRE, 2008, p.5).

Ainda que seja possível constatar avanços na oferta de serviços destinados às pessoas com deficiência, é notável que essas pessoas ainda lutam para enfrentar as desigualdades sofridas e garantir sua inclusão educacional e social.

No âmbito educacional e na área de ensino de Física, Camargo (2005) ressalta os desafios enfrentados pelos alunos com deficiência visual. Segundo o autor, há pouca pesquisa na área, e conseqüentemente, pouco material produzido. Além disso, ressalta a falta de preparo do docente para lidar com situações envolvendo um aluno com DV.

Para que as necessidades decorrentes das limitações visuais não sejam ignoradas ou negligenciadas é necessário que o docente e todo corpo estudantil estejam atentos aos conceitos, gestos, atitudes e posturas a fim de rever as práticas convencionais, aceitar e reconhecer as diferenças como pontos positivos e de expressão natural das potencialidades humanas. “Desta forma, será possível criar, descobrir e reinventar estratégias e atividades pedagógicas condizentes com as necessidades gerais e específicas de todos e de cada um dos alunos” (SÁ, CAMPOS, 2007, p. 13).

Com objetivo de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de alunos com DV, no que tange o ensino de Física I, por meio da construção de recursos didáticos acessíveis aos mesmos, foi desenvolvido um projeto de ensino na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES/Alegre), intitulado “O ensino de Física Básica para alunos com deficiência visual”. O projeto envolveu quatro alunos

bolsistas, duas alunas do curso de Licenciatura em Física (alunas A e B) e dois alunos com baixa visão de outros cursos que possuíam Física como disciplina obrigatória (alunos C e D), além da coordenadora do mesmo.

Nesse artigo serão apresentados dois dos materiais que foram construídos no decorrer do projeto: 1- maquete tátil sobre decomposição de vetores e 2- Palitos 3D para a regra da mão direita.

Vale destacar que não existe a pretensão de apresentar aqui uma fórmula pronta para ensinar os conceitos físicos, mas apontar alguns caminhos levando em consideração as especificidades de cada aluno.

Metodologia

O projeto “O ensino de Física Básica para alunos com deficiência visual” foi dividido em duas etapas: 1- pesquisa, análise e construção de recursos didáticos¹ (1º semestre de 2017) e, 2- aplicação e divulgação dos materiais construídos (2º semestre de 2017).

Primeiramente foi realizado o levantamento de artigos sobre o ensino de Física e a deficiência visual, juntamente com a leitura e discussão das apostilas do Ministério da Educação, MEC, sobre o Atendimento Educacional Especializado, AEE, para conhecer previamente o assunto em questão.

No primeiro semestre do ano, após estudos e discussões, o projeto voltou-se para a confecção de alguns materiais. Um aluno com baixa visão do curso de Agronomia da UFES - Campus Alegre (aluno C) participou em conjunto na elaboração desses materiais alertando para os detalhes que passavam despercebidos pelos videntes envolvidos no projeto. Esse aluno, durante o processo de elaboração dos materiais, também destacou as dificuldades encontradas por ele quando cursou a disciplina de Física Básica em sua graduação, a fim de que os erros cometidos com ele não fossem repetidos.

Ao longo do segundo semestre ocorreu a aplicação do material didático confeccionado. Um dos alunos participantes do projeto (aluno D), com baixa visão, utilizou os materiais durante as aulas de Física I. À medida que o aluno precisava de outros recursos didáticos, os materiais iam sendo construídos. Logo, a construção do material se deu durante todo o projeto.

Os materiais foram elaborados após um estudo sobre construção de materiais didáticos para pessoas com DV. Desta forma, possuem as características destacadas por Sá e Campos (2007): estímulos visuais e táteis que atendam diferentes condições visuais, contraste de cor e texturas que seja agradável aos olhos e ao toque, tamanho adequado, fidelidade na representação, possuir relevo, resistente ao toque e manuseio constante, simples para manusear e não oferecer perigo aos alunos. Os objetos foram construídos com material de baixo custo, o que impossibilitou atender à recomendação referente à resistência do objeto. Logo, os recursos construídos, por terem sido feitos, em sua maioria, de isopor, cartolina e papel cartão, não oferecem muita resistência ao manuseio constante.

¹ “É um meio concreto e físico que auxilia o processo de ensino e aprendizagem e, ainda, é o veículo de algum conteúdo” (ALVES, 2018).

Além dos objetos que seriam utilizados durante as aulas (maquetes táteis), também foram confeccionadas pastas com as ampliações de desenhos, textos e gráficos que seriam necessários ao longo das aulas de Física I.

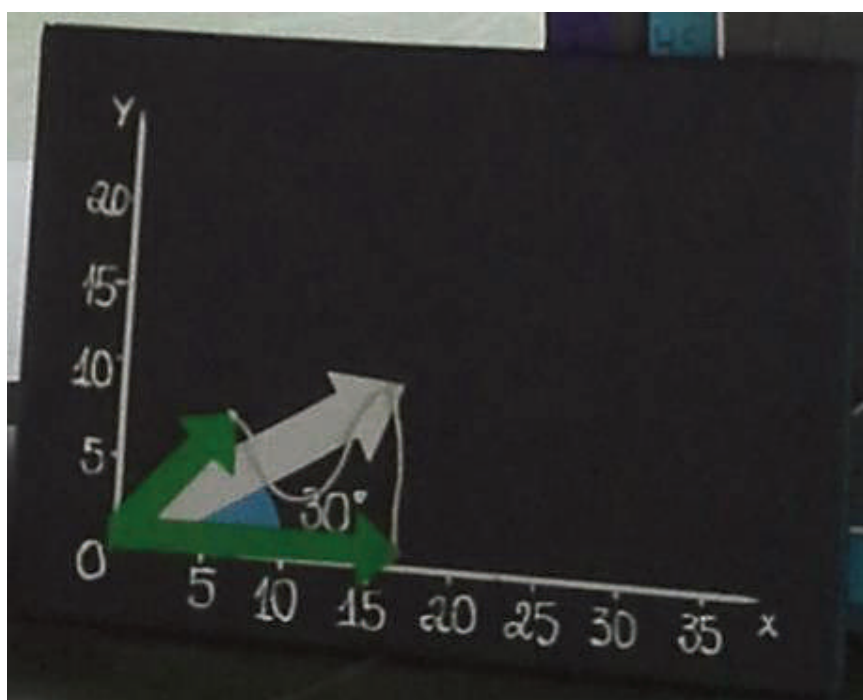
No decorrer do projeto foram construídos recursos didáticos de vários conteúdos relacionados à disciplina mencionada anteriormente, entretanto, um deles foi apontado pelo aluno C como um tema de difícil compreensão: vetores. A partir dessa colocação, o grupo envolvido no projeto se propôs a elaborar um material didático capaz de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo.

Após uma discussão entre os integrantes do projeto, optou-se por construir materiais que auxiliassem na compreensão da decomposição de vetores e do produto vetorial, com a regra da mão direita.

Maquete tátil sobre decomposição de vetores

Para explicar a decomposição de vetores, foi confeccionada uma maquete tátil. Para indicar os eixos x e y foram utilizados palitos de churrasco pintados de branco para dar contraste com a cartolina preta, que cobria a prancha de isopor. Alguns números foram escritos ao longo dos eixos, também com tinta branca para dar o contraste necessário, conforme indica a Figura 1.

Figura 1 - Placa A para explicar decomposição de vetores.



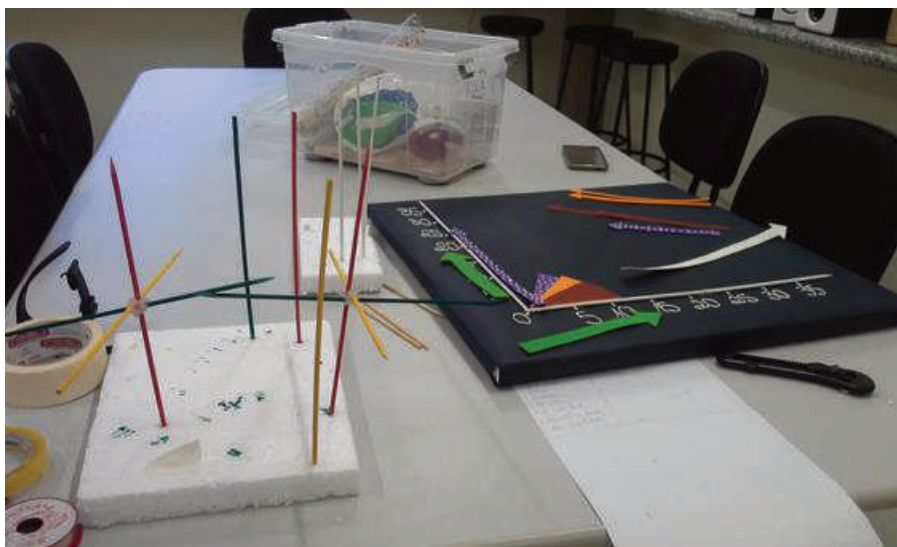
Fonte: Compilação do autor.

O vetor foi desenhado num papel cartão branco e o ângulo em E.V.A. com cores e texturas diferentes. Dessa forma, o aluno poderia perceber o ângulo e a projeção do vetor para esse ângulo. Nesta placa foi utilizado um ângulo de 30° . A projeção do vetor também tinha outra cor e textura.

Para mostrar a decomposição do vetor, foi colado um barbante na ponta das três setas (vetor, componente x e componente y), a fim de demonstrar que na decomposição de um vetor não surgem dois novos vetores, trata-se apenas da projeção do vetor principal.

Uma outra placa foi confeccionada para que o aluno D pudesse utilizá-la em outras situações. Vários ângulos foram desenhados e colados na placa, dessa forma, era possível utilizar a placa pra diferentes angulações, não somente 30° , como indicado na Figura 2. Além disso, vetores de vários módulos, bem como as suas componentes, foram confeccionados em cartolina para representar outras configurações.

Figura 2 - Placa B para explicar a decomposição de vetores.



Fonte: Compilação do autor.

Vale ressaltar que os números foram escritos com tinta branca a fim de atender o aluno com baixa visão (aluno D). No caso de um aluno cego os números deveriam estar em Braille.

Regra da mão direita - Palitos 3D

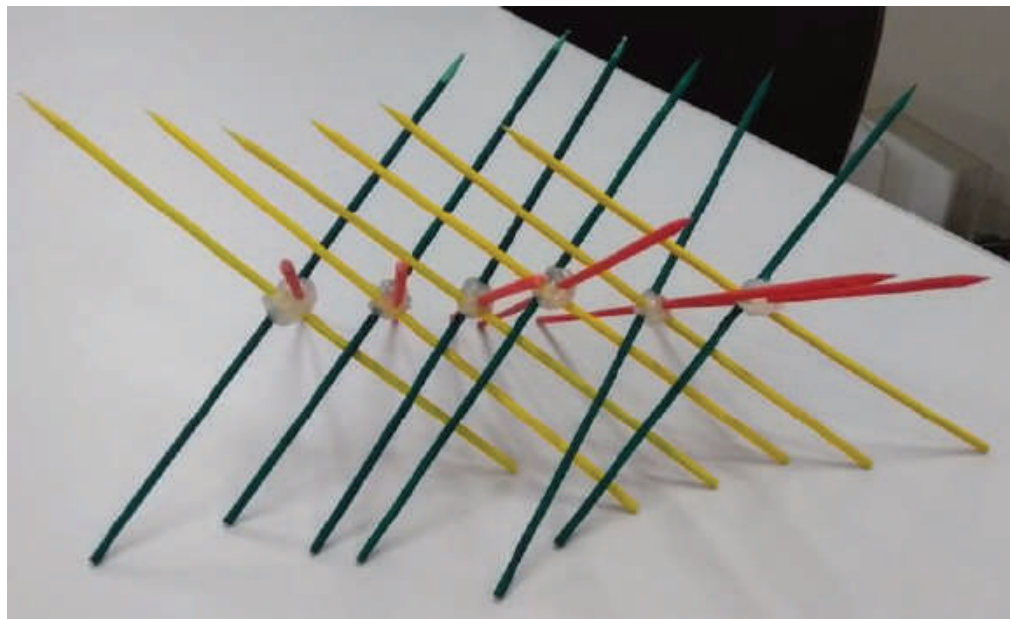
O produto vetorial é um conteúdo que muitos alunos manifestam dificuldade quando é apresentado pelo professor nas aulas de Física. Como o produto vetorial resulta em um terceiro vetor, é necessário determinar o sentido do mesmo e para isso é muito comum usar a “regra da mão de direita”.

Com o objetivo de facilitar a determinação do sentido do vetor resultante, a equipe participante do projeto construiu um recurso que representa as dimensões x, y e z.

Muitos conteúdos podem se tornar acessíveis àqueles com DV por meio de ampliações e representações em placas de isopor, com relevo e textura, como no caso da decomposição de vetores. Como para regra da mão direita é necessário ter noção de espaço em três dimensões, para muitos alunos, essa representação no papel não ajuda muito.

Para trabalhar produto vetorial por meio da regra da mão direita foi utilizado três palitos de churrasco pintados com cores diferentes, no qual cada cor representava um eixo (x, y e z). Foi utilizada cola quente para que os três palitos ficassem unidos, formando ângulo reto entre eles. Como cada cor representava um eixo, o aluno com baixa visão (aluno D) poderia aplicar a regra da mão direita, movimentando a sua mão pelos eixos a fim de encontrar o sentido do vetor resultante. Na Figura 3 é possível visualizar o material confeccionado.

Figura 3 - Material utilizado para explicar a regra da mão direita.



Fonte: Compilação do autor

Foram construídos vários desses objetos. O material foi levado para a sala de aula durante a aula de Física I e apresentado para todos os alunos. A maioria deles manuseou o objeto e utilizou para aplicação da regra da mão direita. De acordo com Sá e Campos, alguns recursos didáticos “se tornam significativos para alunos cegos ou com baixa visão mediante adaptações que são atraentes e eficientes também para os demais alunos” (Sá e Campos, 2007, p. 27).

Resultados e Discussões

Os recursos didáticos foram construídos e utilizados nas aulas de Fundamentos de Física I, frequentada por alunos matriculados, em sua maioria, no curso de Engenharia Química. Um dos alunos, matriculados na disciplina e participante do projeto mencionado (aluno D), também utilizou e avaliou o material.

Cada pessoa que possui deficiência visual tem uma especificidade e, por isso, é importante conhecer a história visual do aluno (CAMARGO, 2012), quanto o ele enxerga, se algum dia já enxergou e como enxergou, se o aluno se sente desconfortável com alguma cor e contraste ou tem aversão a alguma textura, por exemplo. Os tamanhos, as texturas e os contrastes utilizados foram escolhidos pensando nas especificidades do aluno mencionado (aluno D), mas os materiais

podem ser adaptados e aperfeiçoados para que outros alunos que possuem deficiência visual também tenham acesso ao conhecimento científico.

Vale destacar que para posterior análise dos recursos construídos, foi solicitado ao aluno D, que apresentasse à coordenadora do projeto um relatório, constando os pontos positivos e negativos, de todos os recursos que foram construídos por meio do projeto e utilizados por ele. Vale destacar que a coordenadora e as alunas A e B possuíam um diário para anotarem questões relevantes do dia-a-dia do projeto.

No que tange a maquete tátil sobre a decomposição de vetores, o contraste e o tamanho dos números, que estavam sinalizados nos eixos, foram ideais para o aluno com baixa visão, de acordo com o relatório do mesmo. O aluno não apontou pontos negativos. De acordo com a professora responsável pela disciplina de Física I, poucos alunos da turma demonstraram interesse pelo material. Entretanto, alguns deles afirmaram terem compreendido melhor a decomposição de vetores por meio da maquete.

Quanto aos palitos 3D, a professora afirmou que a maioria dos alunos da turma preferiu utilizar o material nas questões para calcular os produtos vetoriais. Ainda segundo ela, o aluno D também demonstrou facilidade na utilização do recurso. O material em questão possuiu interface tátil-visual e foi capaz de promover a interação entre os discentes com e sem DV.

De maneira geral, o aluno D destacou que os materiais foram essenciais para ajudar não somente a ele, que possui baixa visão, mas todos os colegas da turma: “Os materiais construídos foram de excelente ajuda, não só para mim que sou baixa visão, mas também para os colegas de turma videntes, pois os materiais fazem com que nós possamos ver e entender o conteúdo melhor”.

Considerações Finais

O projeto “O Ensino de Física Básica para alunos com DV” possibilitou a construção de diversos recursos didáticos relacionados aos conteúdos de Física I. Entretanto, o presente artigo apresenta apenas dois deles, que abordam o conteúdo de vetores.

No decorrer do projeto ficou evidenciado, por meio do relato da professora da disciplina e do aluno D, que os materiais apresentados aqui contribuíram no processo de ensino e aprendizagem do referido aluno e foram capazes de promover a interação entre ele e os demais colegas de sala, uma vez que muitos alunos utilizaram os materiais confeccionados.

A utilização desses recursos reforça que a Física pode ser acessível aos alunos com DV. Aliás, é necessário desvincular o “conhecer” e o “aprender” do “ver”. O conhecimento/aprendizagem pode acontecer por meio dos outros sentidos. Muitos fenômenos físicos, vinculados às representações visuais, podem ser registrados por meio de outro tipo de percepção (CAMARGO, 2012). O tato, por exemplo.

Existe a necessidade de se investir em pesquisas relacionadas ao ensino de Física e a inclusão, a fim de que recursos possam ser construídos, utilizados e divulgados, que a discussão sobre o assunto possa ser ampliada e que todos possam ter acesso ao conhecimento científico.

Referências

ALVES, M. **Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico: uma revisão de termos e conceitos na área de Ensino de Ciências**. 2018. 130f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo.

CAMARGO, Eder Pires de. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão**. Orientador: Prof. Dr. Dirceu da Silva. 2005. 285 p. Dissertação - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE EDUCAÇÃO, Campinas - SP - Brasil, 2005.

CAMARGO, E. P. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. São Paulo, Editora UNESP, 2012. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/zq8t6/pdf/camargo-9788539303533.pdf>>. Acesso em: 23/08/19.

FRANCO, João Roberto; DIAS, Tércia Regina da Silveira. A educação de pessoas cegas no Brasil. **Revista Averso do Averso**, [s. l.], v. 05, p. 74-81, Agosto 2007. Disponível em: http://www.feata.edu.br/downloads/revistas/avessodoavesso/v5_artigo05_educacao.pdf. Acesso em: 21 jan. 2020.

FREIRE, Sofia. Um olhar sobre a inclusão. **Revista da Educação**, Santa Maria, v. XVI, n. 1, p. 5-20, 2008. DOI <http://dx.doi.org/10.5902/19846444>. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5299/1/Um%20olhar%20sobre%20a%20Inclus%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2020.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Ilza Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual. **MEC**, Brasília, p. 1-57, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf. Acesso em: 21 jan. 2020.

RELAÇÕES ENTRE TEXTO E IMAGENS NUM MATERIAL DIDÁTICO DE FÍSICA PARA SURDOS

RELATIONS BETWEEN TEXT AND IMAGES ON A DEAF PHYSICS TEACHING MATERIAL

Suzana Regina Braga Queiroz¹, Sheila Cristina Ribeiro Rego²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), suzanab.queiroz@gmail.com

² Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)/Departamento de Física (DEFIS)/Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), sheila.rego@cefet-rj.br

Resumo

A educação de Surdos, com metodologias e práticas pensadas especificamente para esse público, ainda é recente no Brasil. Faz-se necessário pensar a educação desses sujeitos com um enfoque diferente do utilizado para os demais estudantes, viabilizando seu acesso e permanência na educação, visto que o Surdo apreende e se coloca no mundo de forma predominantemente visual. A presença das imagens em nossas vidas é tão frequente e já rotineira que, por muitas vezes, não damos atenção especial a elas. Não basta apenas um olhar educado para ver tudo o que nos cerca: o desenvolvimento de capacidades específicas de leitura para os gêneros que aliem linguagem verbal à visual se faz necessário. Por isso, o objetivo deste trabalho foi analisar uma apostila produzida por um professor de física de uma escola especializada na educação de Surdos, baseando-nos nas relações entre imagem e texto (sintática, semântica e pragmática) propostas por Lucia Santaella. Restringimo-nos à seção conceitual de um conteúdo abordado no ensino médio. A análise identificou a predominância de algumas relações entre texto e imagem, em detrimento de outras, o que indicou a necessidade de aprofundamento do conhecimento do professor em relação à utilização de recursos imagéticos. Pensamos que seja necessário apontar maneiras de seleção dos recursos imagéticos de forma que a linguagem visual seja tratada adequadamente visando a compreensão de conteúdos por parte dos estudantes.

.Palavras-chave: Surdos, Ensino de Física, Material Didático, Inclusão

Abstract

The education for deaf people, with methodologies and practices designed specifically for this kind of people, is still recent in Brazil. It is necessary to think about the education of these people with an approach different from that one used for other students, enabling their access and permanence in education, since the Deaf person learns and places himself in the world in a predominantly visual way. The presence of images in our lives is so frequent and usual that, many times, we do not pay special attention to them. It is not enough just a polite look to see everything that surrounds us: the development of specific reading skills for genres that combine

verbal language with visual language is also necessary. Therefore, the purpose of this work was to analyze a handout produced by a physics teacher from a school specialized in education for deaf people, based on the relations between image and text proposed by Lucia Santaella (syntactic, semantic and pragmatic relations). We restrict ourselves to the conceptual section of a content approached in high school education. The analysis identified the predominance of some relations between text and image, to the detriment of others, which indicated the need to deepen the teacher's knowledge in relation to the use of imagery resources. We think that it is necessary to point out ways of selecting the imagery resources so that the visual language is approached properly aiming at the understanding of contents by the students.

Keywords: Deaf people, Physics Teaching, Educational Material, Inclusion

Introdução

Tendo em vista que “a surdez não é concebida como uma deficiência a ser curada, eliminada ou normalizada, e sim como uma diferença a ser respeitada” (CHAVEIRO *et al*, 2014, p. 102) é necessário pensar a educação desses sujeitos com um enfoque diferente do utilizado para os demais estudantes, viabilizando seu acesso e permanência na educação. A possibilidade de o Surdo dizer-se na sua língua, Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), foi uma grande mudança conquistada. A normalização através da oralização, que era a meta, perdeu força e os Surdos conquistaram mais um degrau na construção de sua identidade (NASCIMENTO, 2015). Para Gesueli (2006), “a questão da língua de sinais, portanto, está intimamente relacionada à cultura Surda. Esta, por sua vez, remete à identidade do sujeito que (con)vive, quase sempre, com as duas comunidades (Surda e ouvinte)” (p.280).

De acordo com o Instituto Nacional de Surdos (INES, 2019), a educação de Surdos no Brasil teve início com a criação do Collégio Nacional para Surdos-Mudos em 1856, que recebia estudantes de ambos os sexos. Posteriormente, a instituição, baseada num modelo francês, passou a ser chamada de Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) e oferecia as seguintes disciplinas: Língua Portuguesa, Aritmética, Geografia, História do Brasil, Escrituração Mercantil, Linguagem Articulada, Doutrina Cristã e Leitura sobre os Lábios e, por ser única no Brasil, recebia estudantes de todos os lugares, inclusive do exterior. A língua de sinais, que também era ensinada na instituição, espalhou-se pelo país através de alunos egressos.

Assim, a educação de Surdos, com metodologias e práticas pensadas especificamente para esse público ainda é recente no Brasil. De acordo com Sofiato e Santana (2019), não há registros documentais anteriores ao século XIX que comprovem iniciativas de educação para pessoas que nasciam surdas em nosso país. Há uma dificuldade no estabelecimento de alicerces da educação brasileira de Surdos e seus impactos nos séculos seguintes.

Alves, Souza e Rossini (2017) buscaram conhecer o estado das pesquisas que abordavam o ensino de física para Surdos no período de 2002 a 2017 – nos arquivos da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e nos periódicos da área do ensino de física, todos considerados fontes relevantes do conhecimento científico. Dentre os 28 trabalhos encontrados no período, 24 eram dissertações e quatro eram teses. Dentre os 3455 trabalhos publicados em 6 periódicos no intervalo pesquisado, apenas dois tratavam do ensino de física para

Surdos. Os resultados indicam que as pesquisas sobre o “processo ensino/aprendizagem em Física para surdos ainda não ocorre efetivamente no Brasil” (ALVES; SOUZA; ROSSINI, 2017, p.2556).

Plaça *et al* (2011) afirmam que as dificuldades no ensino de física para Surdos começam na interação entre intérprete e professor. Este é quem deveria transformar o conteúdo para o aluno Surdo, mas muitas vezes esse trabalho fica a cargo do intérprete – que, geralmente, não tem conhecimento da disciplina – e acaba transmitindo esses conhecimentos de forma inadequada, evidenciando que a linguagem ainda é uma barreira para a aprendizagem dos conceitos físicos.

Outro obstáculo no ensino de física para alunos com deficiência auditiva é a falta de sinais específicos, facilitadores para o entendimento do conteúdo. Alguns conceitos, como massa, trabalho e força, não são diferenciados do uso já familiar destes vocábulos e provocam confusão para os estudantes. Ainda que ter um sinal específico não dispense a definição e explicação do conceito, sua criação corresponde a uma necessidade social para a comunidade surda e contribui para a internalização do conhecimento (VARGAS; GOBARA, 2013).

Num estudo sobre a compreensão dos conceitos físicos por alunos Surdos, Freitas *et al* (2019) verificaram que apenas 10% apreendiam os conteúdos. Realizada em escolas regulares que incluem estudantes Surdos acompanhados de intérpretes (apenas 1 deles não era acompanhado por um destes profissionais), a pesquisa identificou a necessidade de um olhar mais atento para este público, incluindo a utilização de representações visuais para a ampliação de seu conhecimento.

Admitindo-se que o Surdo apreende e se coloca no mundo de forma predominantemente visual (REILY, 2003), nosso objetivo neste trabalho é analisar uma apostila para o ensino de Física, elaborada por um professor ouvinte e utilizada em uma escola especializada na educação de Surdos. A análise se baseou nas relações entre imagem e texto propostas por Santaella (2015) da seção conceitual de um conteúdo abordado no ensino médio.

Imagens e sua presença no ensino

A presença das imagens em nossas vidas é tão frequente e já rotineira que, por muitas vezes, não damos atenção especial a elas. Deparamo-nos com inúmeras delas diariamente e nem sempre dispensamos um olhar crítico que busque compreender o significado de uma imagem ou a motivação para seu aparecimento em determinado contexto. Pensando nas imagens visuais, que podem ser percebidas diretamente e estão presentes no mundo visível (SANTAELLA, 2015), vale refletir sobre justificativas para escolha do tipo (desenho, pintura, fotografia etc.), localização na página de um livro, por exemplo, e relações possíveis com o texto verbal.

Santaella (2015) trata da polissemia da imagem e apresenta cinco domínios da mesma: (1) mentais, (2) diretamente perceptíveis, (3) como representações visuais, (4) verbais e (5) ópticas. Atendo-se ao terceiro grupo, onde estão incluídas as pinturas, fotografias, desenhos, gravuras etc., é possível observar que são estas que nos rodeiam e lemos diariamente, mas, geralmente, não o fazemos de forma consciente. De acordo com a autora, ler imagens é observar seus aspectos e traços, adquirir conhecimento e desenvolver a sensibilidade para perceber como se apresentam as imagens, suas indicações, significados e como representam a realidade.

Calado (1994) apresenta o alfabetismo como “capacidade de os indivíduos compreenderem um determinado sistema de representação, associada à capacidade de se expressarem através dele” (p.33). A autora ressalta o fato de geralmente se associar este conceito apenas à linguagem verbal escrita e a ilusão – a ser desfeita – de que ler e produzir imagens ocorre de forma espontânea. A leitura de imagens precisa ser vista como um processo estruturado de capacidades de codificação-decodificação.

Reily (2003) também afirma a necessidade de se dar importância ao letramento visual de maneira formal e institucionalizada. No contexto escolar, segundo a autora, seria possível ampliar a capacidade de compreensão do professor se a instituição considerasse a leitura da imagem como parte da leitura do texto. Amaral e Fischer (2013) afirmam ainda que o professor não deveria desconsiderar a inserção das imagens, em maior ou menor grau, no cotidiano discente e a importância de oportunizar o contato além do estético. É necessário que as práticas dos estudantes sejam desenvolvidas para que compreendam os significados dos recursos imagéticos.

Há a necessidade de algum sistema semiótico para significar o mundo, além de tentar estabelecer relações entre funções mentais e o sistema linguístico – no caso dos Surdos, a LIBRAS. Não basta apenas um olhar educado para ver tudo que o que nos cerca, o desenvolvimento de capacidades específicas de leitura para os gêneros que aliam linguagem verbal à visual se faz necessário (REILY, 2003). A leitura deve ser entendida como “um processo de compreensão ativa, que exige uma tomada de posição do leitor em relação ao discurso do outro, a fim de analisar suas palavras” (BARROS; COSTA, 2012, p.43). A imagem, portanto, merece receber um olhar mais atento e não ser apenas “apreendida num golpe de olhar, de chofre, tudo ao mesmo tempo” (SANTAELLA, 2015, p.14). As complexidades contidas na imagem precisam ser compreendidas e exploradas (SANTAELLA, 2015). Nesse sentido, pretendemos nos voltar para a presença de imagens em materiais didáticos na educação de Surdos e apontar suas relações com o texto verbal, de forma que a linguagem visual seja tratada como parte integrante do processo comunicativo.

Análise do material

Santaella (2015) apresenta as relações entre texto verbal e imagens como íntimas e variadas; diz ainda que, através destas relações, ambos podem esclarecer ou ilustrar, respectivamente. A autora destaca a polissemia da semântica das imagens e, então, sugere relações entre texto e a parte visual para categorizá-las quando ocorrem em materiais ilustrados.

As categorias (e suas subdivisões) apresentadas pela autora são as seguintes:

- Sintática: É aquela que diz respeito ao modo como imagem e texto são combinados para formar unidades mais complexas e analisa o lugar ocupado pelo texto ou imagem no plano gráfico. Divide-se em:
 - Contiguidade: são aquelas que apresentam ilustrações pictóricas ou fotos com legendas explicativas;
 - Inclusão: Quando há um texto incluído na imagem.

- Semântica: Trata de trocas possíveis de significados entre imagens e texto e apresenta quatro subdivisões:
 - Dominância: Ocorre quando a imagem é superior ao texto com o qual se relaciona;
 - Redundância: Quando a mensagem verbal apenas repete a informação da imagem;
 - Complementaridade: Acontece quando texto verbal e imagem possuem a mesma importância;
 - Discrepância: Está presente nos casos em que texto e imagem não combinam, sendo colocados incoerentemente lado a lado.
- Pragmáticas: De acordo com a autora,

“Quando o texto é usado para dirigir a atenção do leitor para a imagem, especialmente para certas partes dela, ou quando as imagens são usadas para dirigir a atenção do leitor para uma mensagem verbal específica, a relação palavra e imagem é, predominantemente, pragmática”. (SANTAELLA, p.117, 2015)

O material didático analisado consiste em apostila construída por um professor ouvinte, onde constam a abordagem teórica e exercícios, usada apenas por este em suas aulas, complementando a utilização do livro didático oficial da escola especializada na educação de Surdos. Apresentamos a descrição das imagens e não as mesmas devido à proteção dos direitos autorais. Para este trabalho, não analisamos as imagens pertencentes aos exercícios.

Intitulada “Forças”, a seção contém 10 páginas e a abordagem do conteúdo ocupa 1 página, localizada no início do material, que possui ao todo 9 imagens. A primeira imagem apresentada é um desenho que traz 3 rapazes empurrando um carro (1) e a segunda, também um desenho, mostra uma criança puxando uma caixa (2) através de um fio. Ambas são precedidas pelo texto “forças que precisam de contato”. Em seguida, antecedidas pelo texto “forças que não precisam de contato”, tem-se uma fotografia de um dedo indicador com dois ímãs (3) que estão se atraindo e o desenho representativo dos polos de um ímã (4).

Há ainda as ilustrações de Isaac Newton sob a macieira (5) com o nome do físico grafado na parte inferior da imagem, a torre de Pisa (6) – não relacionada a texto verbal. O texto “As forças têm: **módulo ou intensidade (número), direção e sentido (desenho). Exemplos**” antecede as imagens de uma mulher empurrando um sofá (7) e um homem fazendo levantamento de peso (8). Por fim, há um desenho de Newton com seu prisma (9). Esta última imagem, que antecede o texto “N= Newton”, parece ter a função de relacionar a unidade Newton (N) ao seu inspirador.

O resultado da análise das imagens de acordo com as categorias de Santaella (2015) está apresentado na tabela 1.

Tabela 1 Relações entre imagens e texto

Relação		Imagem								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sintática	Contiguidade	x	x	x	x	x	x	x	X	
	Inclusão							X	x	
Semântica	Dominância									x
	Redundância	x	x	x	x			X	x	
	Complementaridade					x	x			
	Discrepância									
Pragmática	Do texto para a imagem	x	x	x	x	x	x	X	x	
	Da imagem para o texto									

Nas imagens (1), (2), (3) e (4) foram observadas as relações sintática por contiguidade através de ilustração (aquelas que trazem textos verbais com ilustrações pictóricas ou fotos com legendas explicativas), semântica por redundância (quando a mensagem verbal repete o que está sendo visto) e pragmática porque os textos que iniciam os tópicos direcionam o olhar do leitor para a imagem.

Diferentemente das anteriores, na imagem (5) a relação semântica se dá por complementaridade (texto e imagem têm a mesma importância), mostrando que não se poderia tirar o texto ou a imagem e manter o significado. Logo, tal combinação sugere que o contexto em que a imagem se insere também é importante para a construção de significado Surdo.

A sexta imagem (6) apresenta as mesmas relações da imagem (5). Neste caso, a imagem é mais um exemplo do conceito de força, diferente dos utilizados anteriormente nesta seção. Isso indica a importância da imagem como recurso para tornar mais claro alguns conceitos que podem trazer confusão ao aluno Surdo, como a força. Pode ser uma forma de explorar o significado deste conceito.

As imagens (7) e (8) servem de ilustração, apresentando a relação sintática por contiguidade e por inclusão. Analisando semanticamente, ambas são redundantes, pois apenas reforçam a informação do texto verbal, que também direciona a atenção do leitor para imagem. Portanto, há também a relação pragmática.

A última imagem (9) não possui relação sintática. É dominante, pois se sobrepõe ao texto e não apresenta relação pragmática, pois o texto que a sucede não é capaz de orientar a atenção leitor para a imagem ou vice-versa. Neste caso, a imagem parece servir apenas para relacionar a unidade Newton ao seu inspirador. Aparentemente, é mais uma tentativa de construir significado para o aluno.

É possível perceber que a maioria das relações sintáticas se enquadra na categoria de contiguidade, o que pode indicar uma importância na ilustração dos conceitos já apresentados de forma verbal e, além disso, mostrar também que a imagem não é autossuficiente na abordagem dos conteúdos. A redundância é um recurso que pode reforçar as informações verbais, que pragmaticamente conduziram o olhar do leitor para a imagem. O contrário, quando imagem leva o olhar para o texto, não ocorreu em nenhum dos casos. O fato do professor ser ouvinte e

interessado em passar do texto verbal para as representações visuais, mais familiares aos Surdos, pode influenciar essa ausência.

Considerações finais

A finalidade deste trabalho era se aproximar da utilização das imagens na educação de Surdos e do modo como isso tem se desenvolvido. Conforme defende Reily (2003), o professor precisa compreender a importância do poder construtivo das imagens para, então, aproveitar seu potencial ao máximo. O professor autor do material analisado, provavelmente, produziu a apostila num esforço para melhorar a compreensão de seus alunos Surdos nas aulas de física. Entretanto, possivelmente por não possuir uma visão mais aprofundada sobre as imagens e sua utilização no ensino, inseriu no material imagens que possuíam majoritariamente as mesmas relações com o texto.

A investigação consistiu na análise do material didático, não incluindo os estudantes Surdos. Por isso, nossos resultados, oriundos do olhar para fontes documentais, apontam necessidades relacionadas aos artefatos didáticos. Estes precisariam da aprovação dos estudantes, parte de uma minoria linguística, e inspiradores para a criação das apostilas.

É importante ressaltar que a relação de discrepância (semântica) não foi observada em nenhuma das imagens analisadas, possivelmente porque uma oposição de ideias poderia causar confusão e prejudicar a construção do significado por parte do aluno Surdo. Da mesma forma, a relação pragmática em que imagem conduz o olhar para o texto não ocorreu em nenhuma das imagens, mas ocorreu ao direcionar o olhar do texto para a imagem (como é visto em muitos livros didáticos e pode ter influenciado a escolha do professor por esta organização), quiçá pelo maior impacto da visualidade para o Surdo – visto que a linguagem verbal é secundária. Hall (2008) fala da importância das imagens na educação de Surdos e frisa que estes recursos precisam atender a uma exigência funcional, pensando na construção, interpretação e compreensão do significado. Identificamos essa funcionalidade na recorrência da relação de redundância (semântica), reforçando com imagens a informação do texto verbal.

Reflexões na área de ensino de Física que se dediquem à produção, utilização e leitura de imagens poderiam proporcionar novos olhares para a forma como as imagens se fazem presentes em materiais didáticos. Talvez possibilitasse ao professor o conhecimento de técnicas para inserção de imagens no material didático para, assim, tornar a informação viso-textual mais acessível para seu aluno Surdo, ampliando as possibilidades de uso da imagem com funções diversificadas. Por outro lado, percebe-se que a relação de contiguidade (sintática) tão usada na apostila analisada pode servir bem a este público. Tal constatação reforça a importância do letramento visual, uma vez que apenas o texto verbal pode não dar conta da construção de significados para estes estudantes. Esta percepção sobre a produção deste material didático parece indicar uma carência dos profissionais em geral, já que, não só no ensino para Surdos, as imagens podem ser exploradas e a linguagem visual se tornar mais um caminho para o aprendizado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Referências

- ALVES, F. S.; SOUZA, L. M. S.; ROSSINI, S. M. **O perfil das pesquisas sobre o ensino de Física para surdos no Brasil entre os anos de 2002 e 2017.** Enseñanza de Las Ciencias, N.º Extraordinario, p. 2551-2557, 2017.
- AMARAL, T. T. B.; FISCHER, A. **Abordagem da imagem em um livro didático voltado para a alfabetização: perspectivas de letramento visual.** Bakhtiniana, São Paulo, 8 (2): 5-23, Jul./Dez. 2013.
- BARROS, C.G.P.; COSTA, E.P.M. **Os gêneros multimodais em livros didáticos: formação para o letramento visual?** Bakhtiniana, São Paulo, 7 (2): 38-56, Jul./Dez. 2012.
- CALADO, I. **A utilização educativa das imagens.** Portugal: Porto Editora, 1994.
- CHAVEIRO, N.; DUARTE, S.B.R.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, M.A., PORTO, C.C.; FLECK, M.P.A. **Qualidade de vida dos Surdos que se comunicam pela língua de sinais: revisão integrativa.** Interface (Botucatu). 2014; 18(48):101-14.
- FREITAS, D. P.; AMBRÓSIO, G. V.; GATINHO, K. N.; MOREIRA, E. **O desafio docente no ensino de física em traduzir conceitos em língua brasileira de sinais (LIBRAS).** XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2019.
- GESUELI, Z.M. **LINGUA(GEM) E IDENTIDADE: A SURDEZ EM QUESTÃO.** Educ. Soc., Campinas, vol. 27, n. 94, p. 277-292, jan./abr. 2006.
- HALL, S. **Isto significa isso, isso significa aquilo: guia de semiótica para iniciantes.** São Paulo: Rosari, 2008.
- INES. **Conheça o INES.** Disponível em: <http://www.ines.gov.br/conheca-o-ines>
Acesso em: 23 de julho de 2019.
- NASCIMENTO, L C. R. **A pedagogia visual na educação dos Surdos: das possibilidades à realização.** In: Didática e a prática de ensino na relação com a sociedade / organizadores José Albio Moreira de Sales... [et al.] – Fortaleza: CE: EdUECE, 2015. (recurso digital) (Coleção Práticas Educativas).
- PLAÇA, L.F.; GOBARA, S.T.; DELBEN, A.A.S.T.; VARGAS, J.S (2011). **As dificuldades para o ensino de Física aos alunos Surdos em escolas estaduais de Campo Grande-MS.** Anais do VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – VIII ENPEC.
- REILY, L. H. **As imagens: o lúdico e o absurdo no ensino de arte para pré-escolares Surdos** In: Cidadania, surdez e linguagem - desafios e realidades/ organizadoras Ivani Rodrigues Silva, Samira Kauchakje e Zilda Maria Gesueli. São Paulo: Plexus Editora, 2003.
- SANTAELLA, L. **Leitura de imagens.** São Paulo: Melhoramentos, 2015.
- SOFIATO, C. G.; SANTANA, R. S. **O ensino de Ciências Naturais e os alunos Surdos do século XIX.** Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 2, p. 333-351, 2019.
- VARGAS, J.S.; GOBARA, S.T (2013). **Sinais dos conceitos de massa, aceleração e força para Surdos na literatura nacional e internacional.** Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC.

REPRESENTATIVIDADE DAS MULHERES NA CIÊNCIA: VISIBILIDADE ATRAVÉS DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

WOMEN REPRESENTATIVITY IN SCIENCE: VISIBILITY THROUGH THE PHYSICS TEXTBOOK

Madge Bianchi dos Santos

Instituto Federal Catarinense, madge.santos@ifc.edu.br

Resumo

Este artigo aborda a omissão dos autores e das autoras de livros didáticos do ensino médio em relação às contribuições femininas para a ciência, particularmente na Física. A invisibilização das mulheres na ciência contribui para uma perspectiva sexista da mesma, restringindo a maneira de fazer ciência, a escolha dos objetos de investigação, reduzindo as possibilidades de explicações para os fenômenos naturais. E ainda, a falta de representatividade afasta as meninas das carreiras ligadas à tecnologia e a ciências tais como a Física. O livro didático é um artefato cultural que perpetua, na educação básica, a inferiorização da mulher, mesmo que seja pela ausência delas. Por fim, são sugeridas mudanças no livro didático de Física, não somente na quantidade de mulheres citadas (e suas contribuições), mas também na forma com que podem ser citadas, visando minorar a desigualdade de gênero e contribuir para que mais meninas possam escolher carreiras científicas ou ligadas à tecnologia.

Palavras-chave: igualdade de gênero, mulheres na ciência, mulheres cientistas, livro didático de Física.

Abstract

This paper addresses the omission of men and women authors of high school textbooks about women's contributions to science, especially in physics. The invisibility of women in science contributes to a sexist view of it, limiting the way of doing science, the choice of investigation objects, reducing the possibilities of explanations for natural phenomena. Also, the lack of representativeness pushes girls away from STEM careers. The textbook is a cultural artifact that perpetuates, in basic education, the downgrading of women. Finally, changes in the physics textbook are suggested, not only in the number of women cited (and their contributions) but also in the way they can be cited, aiming to reduce gender inequality and enable more girls to choose STEM careers.

Keywords: gender equality, physics textbook, women in science, women scientists.

Introdução

A ciência ainda parece uma atividade exclusivamente masculina, marcadamente a Física. As cientistas são mais visibilizadas nos estudos de gênero sobre mulheres nas ciências. Por vezes, em reportagens esporádicas e em edições ou textos especiais de periódicos científicos. Ou ainda em ações como programas e projetos específicos para incentivar a participação de meninas e jovens na ciência. Tem se mostrado necessária a ampliação da visibilidade das contribuições delas na construção do conhecimento científico.

Este artigo trata da baixa representatividade, em livros didáticos (LDs), de mulheres cientistas e suas contribuições ao longo da história da ciência. Posteriormente, defende a necessidade da inserção das cientistas, de forma significativa, nos LDs de Física do ensino médio como uma das maneiras de combater a desigualdade de gênero na educação básica e, indiretamente, na produção da ciência brasileira, já que uma parcela das (e dos) estudantes serão cientistas. Não está no escopo deste trabalho investigar as causas dessa sub-representação. Entretanto, identificar a não citação de mulheres cientistas nos livros didáticos é trazer um dado relevante sobre a cultura da educação em ciências no Brasil.

Para gerar uma modificação na cultura e inserir no imaginário das (e dos) estudantes a imagem de uma ciência construída por homens e mulheres, é preciso aumentar a representatividade delas em espaços acessíveis às (e aos) estudantes (no caso deste artigo, no ensino médio). Um deles é o espaço escolar, tendo como principal material didático o LD. Alguns autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) e Rosa (2015) indicam haver um consenso quanto ao LD ser o principal instrumento de apoio à prática docente. Assim, ele pode ser um instrumento pelo qual também os professores virão a conhecer os nomes e as histórias das cientistas, incluindo-as em suas aulas. Propõe-se, neste trabalho, a inserção de mais mulheres cientistas nos LDs de Física e uma mudança essencial na forma como elas são apresentadas. Não em espaços separados no fim de um capítulo ou seção, mas de forma que sua contribuição científica esteja estreitamente ligada ao conteúdo abordado no livro. Que sejam apresentadas também como protagonistas da produção científica.

A influência do feminismo no ensino de ciências (e no LD) é discutida por Rosa e da Silva (2015). As autoras mostram que nem mesmo uma questão da primeira onda do feminismo é atendida nos LDs – a representação igualitária em termos de quantidade. Elas encontraram 21,4% de representações femininas nos livros selecionados. As imagens analisadas eram de mulheres em livros de Física, não de mulheres cientistas. O exame qualitativo delas também corrobora a ideia de a mulher ser apresentada como pouco capaz de trabalhar em empreendimentos científicos. Outro ponto que as autoras realçam é o fato de que a participação igualitária entre gêneros na ciência modifica a forma como esta é produzida. Elas citam um caso da Biologia, do estudo da função do óvulo, que foi mais bem compreendida a partir das pesquisas de mulheres cientistas – os homens cientistas atribuíam ao óvulo uma função passiva.

A seguir, são apresentados estudos referentes à ausência de mulheres cientistas no LD de Física no ensino médio e do motivo da escolha do LD para este

trabalho. Posteriormente, discute-se a necessidade e os benefícios de alterar essa situação de invisibilidade.

Onde estão as cientistas nos livros didáticos? E por que o livro didático?

Talvez, para estudantes do ensino médio, haja uma aparência de isenção de fatores culturais e de interesses sociais em um LD de Física, todavia ele é produzido por grupos sociais e sofre influência da cultura, das desigualdades e das disputas dessa mesma sociedade. Estes fatores não são o objeto de estudo dos assuntos abordados em um LD de Física, mas o LD é afetado por eles. Esse livro é, pois, um artefato cultural (BANDEIRA; VELOZO, 2019). Como tal, ainda difunde e perpetua a atribuição de papéis a homens e mulheres presentes na sociedade atual, fortemente marcada pelo machismo e pela misoginia, em que pese existam as lentas conquistas de espaços para as mulheres. Uma dessas lentas conquistas aparece nos dados de bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) em 2012. Analisando-os em relação aos gêneros, a física Márcia Barbosa aponta a diferença numérica entre homens e mulheres nessa área do conhecimento, e que a diferença aumenta ao longo da carreira. Elas são menos de 40% dos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e passam a ser menos de 10% dos bolsistas de produtividade em pesquisa (BARBOSA, 2015).

Há estudos que apontam o LD de ciências (e de Física, especificamente) como agente continuador das desigualdades de gênero. Rosa e da Silva (2015) mostram que as imagens de pessoas nos livros reforçam os papéis desiguais de homens e mulheres, atribuindo a elas uma posição de inferioridade. A pesquisa foi realizada com uma coleção de Física para ensino médio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Em um total de 154 imagens com figuras humanas nos três volumes dessa coleção, apenas 33 eram femininas – a maioria delas em atividades domésticas, de cuidados com os filhos e relacionadas à estética do corpo da mulher. Os homens e meninos são retratados em atividades externas e mais criativas.

Outro estudo realizado com 28 LDs de Ciências da Natureza e de Matemática (SILVEIRA, CHAGAS, 2019) identifica frequente uso de linguagem sexista e androcêntrica, além da inexpressiva referência a mulheres cientistas. Em dois livros (um de Biologia e um de Física) nenhuma cientista é citada. Silveira e Chagas (2019) levantam a necessidade de mudar esta forma de apresentar a ciência aos estudantes, indo ao encontro da ampliação da igualdade de gênero.

A autora deste artigo fez parte de um grupo que também analisou LDs de Ciências da Natureza, do ensino médio, de coleções constantes no PNLD (BIANCHI *et al.*, 2019)¹. Foram encontrados resultados semelhantes aos de Silveira e Chagas. No total de cinco livros de Física foram identificados 150 nomes diferentes de cientistas homens e somente cinco nomes de cientistas mulheres, sendo que, em um deles, nenhuma cientista foi citada. Em outro desses livros, uma parte considerável do espaço dedicado à Marie Curie trata do seu papel de mãe e esposa. A paternidade e a quantidade de filhos não foram citadas em relação a nenhum dos cientistas homens, evidenciando mais uma vez a diferença de tratamento dos

¹ Estudo realizado com financiamento interno, do Instituto Federal Catarinense – *campus* Luzerna.

gêneros no LD. Por que foi considerado relevante citar quantos filhos Marie tinha, como desempenhava seu papel de mãe em um LD de Física? É uma das perguntas relevantes se quisermos alterar essa situação de desigualdade.

Sobre a importância do LD no ensino de Física, pode-se iniciar com a função de indicador dos conteúdos a serem ensinados nessa área. Até pouco tempo atrás não havia um currículo comum. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM)² visavam orientar a prática docente. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)³ tem caráter normativo e visa definir o currículo da educação básica, mas a versão final para o ensino médio é muito recente – foi homologada em dezembro de 2018. Isso reforça a ideia de que, até então, o LD tem sido o principal instrumento norteador do ensino de Física, primeiro quanto à determinação do currículo (enquanto lista de tópicos a serem tratados), e segundo quanto a outros fatores tais como: método de ensino, forma de falar/escrever sobre ciência e sobre aqueles e aquelas que contribuíram para seu desenvolvimento.

Tratando da dinâmica de aula e o LD, um estudo de Artuso e Appel (2015) indica que uma minoria dos professores (2,8%) que lecionam Física utiliza o LD para preparação de aulas e que a maioria o utiliza como fonte de exercícios (58,5%). Os autores não mencionam se foi feito um levantamento sobre a formação desses professores. Por outro lado, os estudos reunidos no trabalho de Rosa (2015) mostram que os professores utilizam o LD para leitura de textos, resolução de exercícios e uso ou leitura de imagens. De acordo com o Censo Escolar 2007 realizado pelo Ministério da Educação (MEC), apenas 27% dos professores que lecionam Física no Brasil tinham formação na área. Assim, é possível que a maioria dos professores atuantes nessa área utilize mais o LD, e não conheça histórias de mulheres da Física além de Marie Curie.

O LD de Física (e de outras ciências) é uma das formas pela qual os e as estudantes terão contato frequente com o conhecimento científico. Tendo em vista sua relevância para o ensino de Física, que as mulheres são praticamente invisíveis neles e que as poucas citadas são apresentadas de maneira desigual em relação aos homens, as modificações aqui sugeridas visam alterar a percepção que meninos e meninas têm da ciência na educação básica.

Omitir as mulheres cientistas da História da Ciência influencia os resultados científicos

Neste trecho faz-se uma reflexão sobre como o desenvolvimento científico é prejudicado por uma visão sexista da ciência, e, também, por uma educação científica sexista.

Um primeiro ponto apontado como prejuízo é a redução da quantidade de pessoas capazes de resolver problemas científicos, de responder questões de pesquisa. As contribuições de diversas cientistas ao longo da história demonstram que elas são plenamente capazes de desenvolver ciência. Do ponto de vista puramente científico, não há motivos para afastar as mulheres do desenvolvimento da ciência. Isto apenas atrasaria os resultados.

² Ministério da Educação (MEC), com uma primeira versão em 1999.

³ Um histórico da BNCC está disponível na página do MEC, em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

O segundo ponto é o prejuízo à qualidade do conhecimento produzido. Silva (2008) traz discussões sobre a invisibilidade da mulher na ciência. Essas discussões apoiam-se nos trabalhos de autoras que tecem críticas ao processo atual de produção científica a partir de uma perspectiva feminista. Para uma dessas autoras, Londa Schienbinger⁴, é preciso tornar a educação básica não sexista para que o desenvolvimento científico não esteja à mercê dos papéis historicamente construídos. Silva explica que, com a atribuição (cultural) de inferioridade à mulher, o conhecimento científico é validado com base em uma visão masculina de mundo. Um exemplo disso foi citado na introdução deste texto – o estudo da função do óvulo. Outro é mencionado por French (2009): um caso de parcialidade de gênero na paleoantropologia. As duas teorias rivais eram fortemente marcadas por perspectivas de gênero. Ambas propunham-se a explicar os marcos da evolução dos hominídeos, uma com o modelo de “homem caçador” e a outra com o modelo de “mulher coletora”. Segundo French, pesquisas mais recentes sugerem que o trabalho de coleta era mais frequente, mas que também era importante a tarefa de caçar, o que leva a uma combinação dos modelos. Preconceitos de gênero afetam a escolha do objeto de investigação e a forma de investigação – alteram a maneira de produzir ciência, pois reduzem a diversidade de possibilidades de pensar sobre um mesmo problema.

Citar poucas contribuições de mulheres cientistas também interfere na forma como a ciência é produzida. A invisibilização é uma maneira de manter o fazer científico com características sexistas, de perpetuar a desigualdade por omissão (BANDEIRA; VELOZO, 2019). As mulheres foram ou silenciadas ou tiveram seu trabalho dificultado historicamente, e continuam sendo excluídas dos LDs de Física.

Diante do que foi apresentado, urge a necessidade de aumentar a visibilidade das mulheres cientistas nos LDs de Física. Uma possível proposta nesse sentido é a modificação do tradicional modelo de citar duas ou três mulheres em partes do livro separadas do conteúdo abordado, e passar a citar as contribuições delas de maneira mais conectada aos textos explicativos dos tópicos. Alterações em relação a essa forma de citar as cientistas foram identificadas no trabalho de Borsatto (2018). A autora analisou 36 livros de Física do PNLD 2018. Ela encontrou alguns textos sobre as dificuldades de as mulheres produzirem ciência, de acessarem o conhecimento em espaços formais de ensino e dificuldades relacionadas aos cuidados com os filhos. Mas essas mudanças ainda são pouco significativas, considerando que foram apenas 16 personagens femininas identificadas nos 36 livros.

Os estudos citados evidenciam não apenas a necessidade de modificar a forma, mas também aumentar a quantidade de mulheres citadas nos LDs de Física. O trabalho de Borsatto citado no parágrafo anterior identificou 16 mulheres que tiveram destaque com suas contribuições para o desenvolvimento científico. A autora deste trabalho (BIANCHI *et al.*, 2019) identificou, em 12 LDs (quatro de Química, três de Biologia e cinco de Física), 364 nomes diferentes de cientistas homens e apenas 15 de mulheres. Uma possível explicação é que os autores de LDs conheçam poucas contribuições relevantes de mulheres cientistas.

⁴ Citada no trabalho de Silva (2008).

O Quadro 1 sugere nomes de mulheres cientistas ou desenvolvedoras de técnicas/tecnologias que podem ser citadas de acordo com os assuntos de Física abordados no ensino médio.

Quadro 1 – Contribuições de mulheres para o conhecimento científico agrupadas por assuntos de Física abordados no ensino médio.

Area da Física/ Tecnologia	Nomes de mulheres e suas contribuições
Mecânica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emilie Du Chatelet ⁵ - movimentos, dinâmica, (ALMEIDA, 2017); 2. Hipátia - matemática, movimentos (ALMEIDA, 2017); 3. Emily Warren Roebling – conclusão da Ponte do Brooklyn.
Astronomia e Astrofísica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hipátia - matemática, movimentos (ALMEIDA, 2017); 2. Cecilia Payne – atmosfera solar; 3. Annie Cannon – classificação estelar; 4. Henrietta Swan Leavitt – estrelas variáveis; 5. Vera Rubin – galáxias, matéria escura; 6. Thaisa Bergmann – buracos negros, núcleos de galáxias ativas 7. Katherine Johnson – matemática, trajetórias de foguetes; 8. Dorothy Vaughn – matemática, operou o primeiro IBM⁶ para calcular trajetórias de foguetes; 9. Mary Jackson – engenheira espacial; 10. Margaret Hamilton – algoritmo da primeira viagem do ser humano à Lua; 11. Jocelyn Bell Burnell – primeira observação de pulsares; 12. Katie Bouman – primeira fotografia de um buraco negro; 13. Valentina Tereshkova – primeira mulher a orbitar a Terra; 14. Sandra Faber – detecção de anomalia gravitacional no espaço intergaláctico (Grande Atrator).
Tecnologia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hedy Lamarr – tecnologia precursora do <i>wi-fi</i>; 2. Ada Lovelace – primeiro algoritmo computacional; 3. Katherine Johnson – cálculo de trajetórias orbitais; 4. Dorothy Vaughn – operação do primeiro computador IBM 5. Mary Jackson – engenheira espacial 6. Edith Clarke – engenheira eletricista, invenção da Calculadora Clarke; 7. Emily Warren Roebling – conclusão da Ponte do Brooklyn; 8. Margaret Hamilton – algoritmo da primeira viagem do ser humano à Lua; 9. Katie Bouman – primeira fotografia de um buraco negro; 10. Mildred Dresselhaus – propriedades fundamentais do carbono e nanotecnologia; 11. Grace Hopper – analista de sistemas, criadora de linguagem de programação de alto nível que possibilitou o COBOL⁷.
Ondulatória	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hedy Lamarr – comunicação via <i>wi-fi</i>, frequência de ondas eletromagnéticas; 2. Cecilia Payne – espectro da luz solar; 3. Sonia Guimarães - sensores de radiação infravermelha.
Física Térmica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Márcia Barbosa - anomalias da água (geralmente uma delas é citada na dilatação e nas mudanças de estado físico da água); 2. Ruth de Souza Schneider - física de plasma.

⁵ Os nomes com citação de Almeida (2017) foram sugeridos em seu trabalho para assuntos comumente tratados na Física do Ensino Médio.

⁶ Empresa estadunidense *International Business Machines*.

⁷ A sigla COBOL refere-se a *COmmon Business Oriented Language*. Uma linguagem de programação voltada a processamento de dados comerciais.

Óptica	1. Donna Strickland ⁸ – pinças ópticas.
Eletromagnetismo	1. Edith Clarke – Calculadora Clarke, Análise de Circuito de Sistemas de Potência AC.
Física Moderna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marie Curie⁹ – compreensão do fenômeno da radioatividade, descoberta do polônio e do rádio; 2. Lise Meitner – relatividade e fissão nuclear; 3. Irene Curie¹⁰ – primeiro elemento radioativo artificial; 4. Elisa Frota-Pessoa - desintegração do méson pesado positivo; 5. Maria Goeppert Meyer¹¹ – modelo matemático para o núcleo do átomo; 6. Amalie Emmy Noether – matemática, provou dois teoremas essenciais para a Teoria da Relatividade; 7. Liu Lynn – física de aceleradores de partículas, integra a equipe que desenvolveu o acelerador Sirius, fonte de luz síncrotron brasileira; 8. Mildred Dresselhaus – propriedades fundamentais do carbono e nanotecnologia; 9. Neusa Amato - detecção de raios cósmicos de altas energias; 10. Sonja Ashauer – brilhante física brasileira, orientanda de Paul Dirac e uma das primeiras mulheres a obter doutorado em Cambridge; 11. Yvonne Mascarenhas – estruturas cristalinas, difração e espalhamento de raios X; 12. Chien-Shiung Wu - fissão nuclear, solução do problema do decaimento beta; 13. Lisa Randall – física de partículas, cosmologia;

Fonte: própria autoria.

Ressalta-se que o Quadro 1 não exaure a quantidade de mulheres que podem ser citadas nos LDs.

Considerações finais

Este trabalho abordou a ausência das mulheres no desenvolvimento da Física representada no LD do ensino médio. Salientou-se a necessidade urgente de mudanças em direção à igualdade de gênero. Discutiu-se também a importância de alterar a quantidade de citações e a forma como as mulheres são citadas nos LDs de Física. Elas precisam aparecer de forma significativa para que estudantes da educação básica realmente vejam a ciência como uma atividade de mulheres e homens e que mais meninas possam ver a si mesmas em carreiras relacionadas à ciência e tecnologia.

Aumentar a representatividade significa que meninas e jovens poderão escolher carreiras mais livremente, sem a imposição de padrões ditados desde a pré-escola. Apesar de não ser o objeto deste trabalho, pode-se sugerir a inclusão de mais cientistas brasileiras e brasileiros no LD de Física, latino-americanas e latino-americanos, negras e negros, descentralizando a ciência das visões estadunidense, europeia e branca.

⁸ Recebeu o Prêmio Nobel de Física em 2018, junto com Gérard Mourou e Arthur Ashkin.

⁹ Recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1903 e o de Química em 1911. Até 1954, permaneceu como a única pessoa a ter dois Prêmios Nobel.

¹⁰ Filha de Marie Curie. Recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1935.

¹¹ Recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1963 com Eugene Wigner e J. Hans D. Jensen.

Referências

ALMEIDA, A. A. **SOB O PESO DO GÊNERO: análise da (in)visibilidade das mulheres da Física no livro didático do Ensino Médio**. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2017.

ARTUSO, A. R.; APPEL, J. F. A dinâmica de aula e sua relação com o livro didático segundo professores de física do Ensino Médio. In: **Anais XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)**, Uberlândia, 2015.

BANDEIRA, A.; VELOZO, E. L. Livro didático como artefato cultural: possibilidades e limites para as abordagens das relações de gênero e sexualidade no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 25, n. 4, Bauru, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132019000401019&script=sci_arttext>. Acesso em: 12 jan. 2020.

BARBOSA, M. C. Mulheres na Física: Por que tão poucas? Por que tão lentamente? **Seminário Produção Acadêmica na Universidade: Dinâmica e Desafios**, Apub, UFBA, abril, 2015.

BIANCHI, M. *et al.* Representações de gênero: como as mulheres cientistas e suas contribuições são representadas nos livros didáticos de Física, Química e Biologia. In: **Anais SECITEC 2019 – Semana da Ciência e Tecnologia**, 2019, Luzerna, SC.

BORSATTO, J. M. **Mulheres na física: uma análise dos livros didáticos de física do PNLD 2018**. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FRENCH, S. **Ciência: conceitos-chave em filosofia**. Tradução de André Klaudat. Porto Alegre: Artmed, 2009.

OLIVEIRA, F. G. A participação das mulheres na física: breve panorama na educação brasileira. **Notório Saber**, v.1, n.1, Votorantim, 2018.

ROSA, K.; SILVA, M. R. G. Feminismos e ensino de ciências: análise de imagens de livros didáticos de física. **Revista Gênero**, v. 16, n. 1, Niterói, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.uff.br/revistagenero/article/view/31226>>. Acesso em: 12/01/2020.

ROSA, M. D. O uso do livro didático por professores de Ciências Naturais na Educação Básica: uma investigação em algumas pesquisas acadêmicas. In: **Anais X ENPEC X – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2015, Águas de Lindóia, SP.

SILVA, E. R. A (in)visibilidade das mulheres no campo científico. **Travessias**, v. 2, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/3026/2370>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SILVEIRA, M. L. A. S., CHAGAS, F. A. O. A produção científica feminina em livros didáticos de ciências da natureza e de matemática. In: **Anais XVI Semana de Licenciatura - VII Seminário da pós-graduação em Educação para Ciências e Matemática**, Jataí, 2019.

ONDE ESTÁ A ÁFRICA NO ENSINO DE FÍSICA?

WHERE IS AFRICA IN THE PHYSICS TEACHING?

Nílive Silva¹, Bruna Almeida dos Santos², Janethe Patrícia Acuña Escalera³,
Juliana Kaori Ido⁴, Ana Paula Moreira⁵, Guilherme Brockington⁶

Universidade Federal do ABC – Mestranda ninive.silva@ufabc.edu.br

² Universidade Federal do ABC – Licencianda em Física: e-mail: almeidabru97@gmail.com

³ Universidade Federal do ABC – Mestranda, e-mail: acuna.jp@gmail.com

⁴ Universidade Federal do ABC – Mestranda, e-mail: idokaori@yahoo.com.br

⁵ Universidade Mogi das Cruzes – anapaulaa.moreira@gmail.com

⁶ Universidade Federal do ABC – Centro de Ciências Naturais e Humanidades,
brockington@ufabc.edu.br

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados iniciais de uma pesquisa de mestrado realizada em um Programa de Pós-Graduação em Ensino e Histórias das Ciências e da Matemática na Universidade Federal do ABC. O intuito foi investigar se há presença da produção de conhecimento realizada pela África no Ensino de Física. Para tal, foi realizada uma investigação em plataformas nacionais e internacionais voltadas para o Ensino e Pesquisa em Ciências desde o ano 2000, bem como em anais do EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física -, ENPEC - Encontro Nacional de Ensino de Ciências) e SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física - nos últimos dez anos. Ademais, traz uma análise de três coleções de livros didáticos de Física, aprovados pelo PNLD em diferentes momentos históricos. Os resultados preliminares apontam que, de maneira geral, há uma ausência da produção de conhecimento, seja de natureza científica ou tecnológica, realizada em contexto africano.

Palavras-chave: África, Ensino de Física, anais de eventos.

Abstract

This work introduces the results of a master's research in the Graduate Program in Teaching and History of Science and Mathematics, at the Federal University of ABC. The aim was to investigate whether there is a presence of knowledge production by Africa in Physics Education. To this end, we did an investigation on national and international platforms focused on Science Teaching and Research, since the year 2000, and also in the following events: EPEF - Research Meeting in Physics Teaching, ENPEC - National Meeting of Reaching in the Science Teaching, and SNEF - National Physics Teaching Symposium, in the last ten years. In additional, our analysis includes three 3 collections of Physics textbooks, applied by PNLD at different historical moments. Preliminary results indicate that, in general, there is an absence of knowledge production, scientific or technological, carried out in the african context.

Keywords: Africa, conference proceedings of events, Physics Teaching.

Introdução

Este trabalho aponta os encaminhamentos iniciais de uma pesquisa de mestrado em andamento, realizada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino e Histórias das Ciências e da Matemática na Universidade Federal do ABC. O objetivo da pesquisa é evidenciar as contribuições científicas e filosóficas dos pensadores africanos e problematizar o silenciamento dessa produção de conhecimento no Ensino de Ciências, especificamente no Ensino de Física.

Evidências científicas sugerem que a África é o berço do mundo. A genética e a paleontologia evidenciam que as populações humanas atuais são o resultado de um evento denominado *Grande Diáspora*, que ocorreu na África, em que grupos africanos migraram desse continente para povoar as demais partes do planeta (HENN; CAVALLI-SFORZA; FELDMAN, 2019). Um estudo realizado por Atkinson (2011), encontram-se evidências de que a origem da linguagem humana moderna é africana, dada à variabilidade de fonemas encontrada no continente. Neste estudo, foi realizado um inventário das vogais, consoantes e tons extraídos de 504 línguas no Atlas Mundial de Estruturas Linguísticas - WALS, juntamente com a informação da localização do idioma e demografia de cada o orador. Os resultados indicaram que a maior variabilidade linguística é encontrada na África, assim como a língua humana mais antiga, falada pelo povo Khoi (HENN; CAVALLI-SFORZA; FELDMAN, 2019). Além desses dados, Aristóteles considerava que as contribuições dadas pelos egípcios no campo da astronomia foram cruciais para que os gregos pudessem construir teorias nesta área do conhecimento (BARNES, 1984).

Dada a relevância do Continente africano, é preciso questionar: qual é o lugar que a produção de conhecimento africana tem ocupado no Ensino de Ciências? Com a promulgação da lei 10.639, em 2003, posteriormente, alterada para 11.645, em 2008, tornou-se obrigatória a inserção de História Afro-Brasileira, Africana e Indígena em todas as disciplinas e em todas as escolas:

§ Os conteúdos referentes à história e cultura afro-brasileira e dos povos indígenas brasileiros serão ministrados no âmbito de todo o currículo escolar, em especial nas áreas de educação artística e de literatura e história brasileiras. (BRASIL, 2003).

A lei estabelece que a Cultura Negra e Indígena devem ser abordadas preferencialmente nas disciplinas de humanidades e linguagens, o que traz uma mensagem, ao menos implícita, de que os indígenas e africanos não possuem conhecimentos racionais para serem compartilhados em ciências da natureza e da matemática. Pretende-se subverter essa representação social em nossa pesquisa de mestrado, por meio das contribuições realizadas por filósofos africanos antigos no campo da filosofia natural e no estudo da física antiga. Todavia, o foco deste trabalho consiste em apresentar o resultado de um levantamento bibliográfico em plataformas nacionais e internacionais voltadas para o Ensino de Ciências desde o ano 2000, juntamente com uma revisão de trabalhos publicados em anais dos eventos: ENPEC - Encontro Nacional de Ensino de Ciências -, EPEF - Encontro de Pesquisa de Ensino de Física - e SNEF- Simpósio Nacional de Ensino de Física, nos últimos dez anos. Além disso, trazemos uma análise de três coleções de livros didáticos de física, aprovados no PNLD e utilizados nas escolas públicas e privadas do país.

PERCURSO METODOLÓGICO

Onde está a África no Ensino de Física? Esse questionamento foi realizado pela primeira autora do presente trabalho, na ocasião de sua colação de grau no curso de Licenciatura em Física. Esse incômodo surgiu ao perceber um predomínio entre

pensadores europeus na Ciência e na História das Ciências, e uma ausência de contribuições dos povos africanos no estabelecimento das ciências naturais, como afirma...

Quanto mais se amplia o direito à educação, quanto mais se universaliza a educação básica e se democratiza o acesso ao ensino superior, mais entram para o espaço escolar sujeitos antes invisibilizados ou desconsiderados como sujeitos de conhecimento. Eles chegam com os seus conhecimentos, demandas políticas, valores, corporeidade, condições de vida, sofrimentos e vitórias. Questionam nossos currículos colonizados e colonizadores e exigem propostas emancipatórias. Quais são as respostas epistemológicas do campo da educação a esse movimento? Será que elas são tão fortes como a dura realidade dos sujeitos que as demandam? Ou são fracas, burocráticas e com os olhos fixos na relação entre conhecimento e os índices internacionais de desempenho escolar? (GOMES, 2012 p. 99).

Parte das respostas a essas indagações está na democratização do acesso ao ensino superior, por meio da política pública de cotas raciais e sociais, que proporcionou a entrada de sujeitos sociais questionadores da estrutura rígida do currículo escolar, especialmente, de seu caráter eurocêntrico. Segundo Barbosa (2008), o eurocentrismo, enquanto ideologia e paradigma, é caracterizado como a crença na superioridade europeia, o que abrange uma compreensão econômico-social (capitalismo), culturalista (modernidade, cultura greco-romana), religiosa (judaico-cristã), racial (“branca”) etc. Nessa perspectiva anacrônica, os demais povos, na melhor das hipóteses, são vistos como crianças a serem educadas pela suposta luz da razão”. Cremos ser dever de pesquisadores do Ensino de Ciências desconstruir esses estereótipos que causam segregação, e, possivelmente, distanciamento da aprendizagem em física (DE ASSIS CASTRO; MONTEIRO, 2019).

A primeira etapa metodológica desta pesquisa consistiu em realizar uma busca nas seguintes plataformas digitais: ERIC - *Educational Resources Information Center*, Scielo e Google Scholar desde o ano 2000. Essas plataformas foram utilizadas para investigar se há presença de cosmologias e cosmogonias africanas no Ensino de Ciências no Brasil e no mundo. Os seguintes descritores foram utilizados na plataforma internacional ERIC: “Science Education and African cosmogony”, “African cosmology”, “Africa and Science Teaching”. Utilizamos esses descritores, tendo em vista que os mitos cosmogônicos ou a cosmologia podem ser pontos de aproximação do conhecimento de povos antigos com o currículo escolar, especialmente nas séries finais do Ensino Fundamental.

Em seguida, realizamos análises em anais de eventos voltados para a pesquisa de Ensino de Física (EPEF) no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e no Encontro Nacional de Pesquisa de Ensino de Ciências (ENPEC), nos últimos dez anos, e o resultado encontra-se na próxima sessão.

Além dessas, fizemos análises em três coleções de livros didáticos de física, de diferentes momentos históricos: antes da aprovação da lei 10639, em 2003, que discorre sobre a inserção da história e cultura afro-brasileira; uma coleção de 2005 (dois anos após a promulgação da lei) e uma coleção de 2010 (dois anos depois da alteração da 10639 para 11.645).

RESULTADOS

Na Biblioteca Eletrônica Científica Online - Scielo, não foram encontrados artigos com os descritores citados na seção anterior, quer em língua inglesa quer em língua portuguesa.

No Centro de Informação de Recursos Educacionais -Eric, uma plataforma de busca internacional, fizemos uma busca desde o ano 2000, utilizando os descritores "Science Education and African cosmogony" e não foi encontrado nenhum artigo indexado. Apenas com o descritor "African cosmogony" foram encontrados dois artigos, sendo que um comparava as concepções prévias dos alunos com as concepções tradicionais indígenas africanas, e o outro discutia o uso dos provérbios das culturas africanas tradicionais. Com a palavra-chave "African cosmology" foi encontrado o trabalho de Gordon (1979), em que há discussões sobre as influências da cultura yorubá na comunidade negra brasileira, no entanto, não há proposição de sua inserção no Ensino de Ciências. Já a busca com os descritores "Africa and Science Teaching" apresentou 44 artigos desde o ano 2000, sendo a maioria dos trabalhos relacionada com experiências educacionais no Continente Africano, mas nenhum deles tratou do objeto de pesquisa em si, que é o uso de cosmogonias africanas no Ensino de Ciências.

Como na plataforma Google Scholar foram encontrados diversos artigos, filtramos a busca da seguinte forma: "cosmologias africanas" + "Ensino de Ciências" e não encontramos nenhum resultado. Com os descritores: "cosmogonias africanas" + "Ensino de Ciências" foi encontrada uma dissertação de mestrado que propunha a inserção de cosmogonias africanas como proposta para discutir a origem da vida (SILVA, 2017).

ANÁLISE DE ANAIS DE EVENTOS

No evento Encontro de Pesquisa de Ensino de Física, fizemos a análise de 2010 a 2018. Entretanto, não foi possível utilizar os descritores, tendo em vista que o site não disponibiliza uma busca interna, sendo necessário entrar em cada uma das sessões propostas e buscá-los manualmente. Nesses eventos foram realizadas diversas comunicações orais e apresentações de trabalhos via pôster, de modo que foi preciso acessar a programação de cada sessão temática e analisar os títulos dos trabalhos para verificar se algum tratava da inserção da África no Ensino de Física.

No ano de 2010, foram aprovados 149 trabalhos para apresentação oral e em formato de pôster. A análise dos títulos e resumos mostrou que nenhum deles discutia a África no Ensino de Física. Em 2012, foram aprovados 199 trabalhos, dos quais apenas um tratou do tema, apresentando a possibilidade da inserção do mito no Ensino de Física e propondo a inserção do mito grego para discutir conceitos da óptica. No evento de 2014 foram aprovados 444 trabalhos. A contagem foi feita pela listagem do número de autores, o que facilitou realizar a busca com os indicadores "África", "cosmogonias africanas", "Cosmologias", "Cosmogonias", "Ciência africana", "Cosmologias africanas". Não foram encontrados trabalhos que contivessem algum dos indicadores. Em 2016 foram aprovados 158 trabalhos, num evento unificado da SBF, reunindo outras áreas de pesquisa, não apenas o ensino. Com relação ao tema desta pesquisa, nenhum trabalho foi encontrado. Por fim, o EPEF de 2018 teve 176 trabalhos aprovados, sendo que um falava sobre uma proposta didática de astronomia numa comunidade indígena, no qual havia uma discussão sobre as concepções astronômicas de povos indígenas. Além disso, encontramos outro, que trazia uma análise de livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático - PNLD para verificar se havia inserção da astronomia cultural. Os resultados apontados pelo

trabalho revelam que 73% dos materiais didáticos apresentam uma visão da astronomia monocultural e não possibilitam o diálogo com a forma com que outros povos, dentre eles afro-brasileiros e indígenas, construíram o conhecimento.

O evento Encontro Nacional de Ensino de Física - SNEF, foi analisado de 2011 a 2019. Não conseguimos verificar a quantidade de trabalhos aceitos para publicação do ano de 2011. E, como nesse evento não havia a relação completa de todos os trabalhos, realizamos a busca mediante a leitura dos títulos dos trabalhos contidos em cada uma das áreas temáticas da programação. Foram encontrados poucos trabalhos sobre astronomia e cosmologia e nenhum trouxe discussões sobre a África no Ensino de Física. Já no SNEF de 2013, foram aceitos 600 trabalhos para apresentação (comunicação oral e pôster) e foi possível realizar a busca por descritores. A partir dos termos “cosmogonias” e “cosmogonias africanas” não foram encontrados trabalhos, mas a busca por “astronomia” resultou num trabalho em que se realizou a abordagem de cinemática baseada em um livro didático e a abordagem consistiu em inserir a cosmologia egípcia e a grega para que os alunos pudessem se atentar às suas diferenças. Em 2015 foram aceitos 540 trabalhos para publicação no SNEF. Foi possível fazer a busca por intermédio de descritores; com o descritor “astronomia” foram encontrados poucos trabalhos, e realizamos sua leitura completa para verificar a adequação deles a esta pesquisa. Um dos trabalhos, a respeito da elaboração de material didático sobre conteúdos de astronomia, trata da necessidade de se formar um aluno crítico, instruindo-o acerca dos conhecimentos que foram produzidos pela humanidade desde a Grécia Antiga até os dias atuais. O trabalho, entretanto, não faz qualquer menção ao Continente Africano. Um outro trabalho tratava da adaptação de um material didático de forma a contemplar a astronomia cultural indígena, revelando que a lei regulamentada em 2008 (11.645) pode ser cumprida no Ensino de Física. Um terceiro demonstrava que fenômenos astronômicos são observados há mais de 2.000 anos, antes da era cristã, tanto no ocidente como no oriente. Contudo, há um silenciamento do conhecimento astronômico produzido pelos africanos, tanto no Egito como em outras regiões africanas. Também encontrou-se um trabalho experimental voltado para o ensino de astronomia. Na parte teórica, havia menção ao fato de que Eratóstenes era grego, contudo ele era nascido em Cirene, localizada na Líbia (Continente Africano). Com os descritores: “cosmogonias”, “África”, “cosmologias africanas”, “cosmogonias africanas” não foram encontrados artigos.

No SNEF de 2017, foram aprovados 705 trabalhos. Com o descritor “astronomia”, encontrou-se um trabalho que promove a valorização da astronomia elaborada em Continente Africano. Um outro possibilitava a inserção de mitos de constelações no Ensino de Física, e para tal, foram selecionados cinco mitos, mas nenhum de origem africana. Com os descritores: “cosmologia africana”, “cosmogonias africanas” nada foi encontrado. Também não se encontrou a quantidade dos que foram aceitos para publicação no evento SNEF de 2019, e como não havia a ata do evento contendo a relação de todos os trabalhos, foi necessária a análise dos títulos contidos na sessão temática voltada para equidade, diversidade e estudos culturais no Ensino de Física. Apenas um trabalho promovia a discussão sobre a inserção da diversidade étnica no Ensino de Física, mas não trazia possibilidades de inserção da África.

Dos eventos do Encontro Nacional do Ensino de Ciências - ENPEC, constavam os anais e a busca foi realizada de maneira mais rápida e eficiente. Em 2009, foram aprovados 723 trabalhos, nas modalidades oral ou pôster. Com as palavras-chave

"cosmogonias africanas", "cosmogonias" e "África" nada foi encontrado. No ano de 2011 houve a submissão de 1235 trabalhos nas modalidades oral, pôster ou simpósios, mas a busca usando os mesmos descritores nada demonstrou. Em 2013, o ENPEC recebeu 1.596 trabalhos completos. Em 2015, houve a apresentação de 1.768 trabalhos e, aí também os descritores não levaram a nenhum resultado. O mesmo ocorreu no ENPEC de 2017, ainda que tenham sido aprovados 1.335 trabalhos. No evento de 2019, com o descritor "África", foi encontrado um trabalho que discute a necessidade de incorporar o discurso decolonial de pensadores africanos no estudo de educação sexual, ao tratar sobre as questões de gênero. Com as palavras-chave: "cosmogonias africanas", "cosmogonias", "cosmologias africanas" não foram encontrados trabalhos publicados. Esse evento recebeu, em 2019, 1254 trabalhos para a publicação.

ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

A análise dos livros didáticos de Física considerou três coleções, de diferentes momentos históricos, para verificar se havia menção do conhecimento produzido na África.

A coleção "*Física em Contextos: pessoal, social e histórico*" (PIETROCOLA, 2010) é dividida em três volumes, em que são fornecidas propostas de atividades de cunho multidisciplinar, experimentos, leitura de textos, filmes e exercícios de aprofundamento para o vestibular. Foram analisados os três volumes da coleção e apenas no volume primeiro houve menção aos conhecimentos desenvolvidos por pensadores africanos.

A parte introdutória do livro traz a apresentação do conhecimento desenvolvido por diversos povos, como egípcios, chineses, gregos e romanos. Há informação de que os egípcios já utilizavam as estrelas como forma de orientação e foram os primeiros a fabricar o vidro. No entanto, o conhecimento de povos africanos só encontra lugar na Idade Antiga e, conforme o tempo avança, há um afunilamento de informações, até que aparecem apenas citações de pensadores e cientistas gregos e romanos. Quando passa para a Idade Média, há apresentação de um pensador não europeu, o árabe Abu Ali al-Hasan, por seus tratados sobre óptica. Na sequência, sobre a Idade Moderna, há apenas menção a cientistas homens e europeus, e na Idade Contemporânea, mencionam-se 28 cientistas europeus e a apresentação do físico brasileiro César Lattes. Após a sessão introdutória, o livro discute a cosmologia dos egípcios antigos, defendendo, no entanto, que esses conhecimentos estão mais próximos da religião do que da filosofia e da ciência. Na perspectiva dos autores, os gregos foram os primeiros a fornecer respostas sobre o funcionamento do cosmos, o que vai na contramão do filósofo Diógenes de Laértios que em Kury (1998), afirma que a ideia de universo finito, esférico, permeado por quatro elementos primordiais é de origem egípcia e não grega. Esses conhecimentos possivelmente influenciaram a filosofia natural grega, tendo em vista que, Platão, Tales de Mileto, Pitágoras, Eudoxos, dentre outros, aprenderam sobre a geometria, astronomia e os fenômenos naturais por meio de ensinamentos com os sacerdotes egípcios (KURY, 1998; TZAMALIKOS, 2016).

A segunda coleção objeto de nossa análise foi "*Física*" (SAMPAIO, 2005) e consiste num volume único, no qual não há introdução sobre a natureza da ciência. Nessa coleção, o enfoque é desenvolver ferramentas de matematização, para que os alunos possam acessar os conhecimentos técnicos em física. Vale citar a baixa presença de ilustrações em que aparecem pessoas negras na edição. Nota-se a

presença de um lutador de boxe, uma garota olhando no espelho e um avô empurrando a neta num balanço. Não há qualquer menção aos conhecimentos africanos no livro.

A terceira coleção analisada, "*Física novo fundamental*" (BONJORNIO, 1999), consiste de um volume único. Inicialmente, há uma introdução sobre o caráter experimental da física, que se iniciou na Pré-História. Os autores apresentam os gregos como os que deram à luz a filosofia e, com isso, tentaram explicar o mundo por meio da razão. No entanto, consideram que, na verdade, o mérito não foi dos gregos, e sim das civilizações que habitavam a região do Mediterrâneo. Nisso, percebe-se uma tendência a considerar o Oriente Médio como um local que forneceu subsídios para que a filosofia grega se tornasse fecunda, mas não há qualquer citação explícita a contribuições das civilizações do Nilo, como o Egito Antigo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho consistiu na apresentação dos resultados iniciais de uma pesquisa de mestrado, que investiga o lugar que a África ocupa no Ensino de Ciências, especificamente a Física. Nos sites de busca, sejam nacionais ou estrangeiros, foram pouquíssimos os trabalhos cuja abordagem - por meio da astronomia cultural ou de mitos de criação do universo – levava em conta a inserção da África no Ensino de Ciências.

Nossa análise dos congressos especializados na área de ensino de Ciências e Física revelou que quase nada é produzido sobre o tema. Mais que isso, foi possível notar que a academia quase sempre se remete exclusivamente à Grécia Antiga como local da gênese do conhecimento científico. Seria pertinente ressaltar, por exemplo, a relevância da biblioteca de Alexandria no desenvolvimento intelectual de Eratóstenes, e também salientar o fato de que o pensador era africano, apesar de ter nascido numa colônia grega. Ou seja, a quase totalidade dos trabalhos omitem ou desconhecem a influência da África e dos africanos no pensamento grego.

Nos livros didáticos, a análise, ainda que preliminar, foi reveladora, pois a coleção mais recente apresentou os conhecimentos africanos de forma adequada, revelando que é possível cumprir a lei 11645 também no ensino de Física e não apenas nas humanidades. Contudo, notamos a baixa presença de imagens com pessoas negras em todas as coleções. Por serem livros didáticos distribuídos em escolas públicas, ricas em diversidade étnica, vale questionar a representação social que a física tem para alunos que estudam ou estudaram essa componente curricular por meio de um livro no qual não podem se ver nele representados.

Nossos resultados revelam o quanto é preciso que a comunidade de pesquisa em Ensino de Ciências, especialmente a do Ensino de Física, reúna esforços para ampliar as investigações nos temas relacionados a raça e aprendizagem.

Referenciais teóricos

ATKINSON, Quentin D. Phonemic diversity supports a serial founder effect model of language expansion from Africa. **Science**, v. 332, n. 6027, p. 346-349, 2011.

BARBOSA, Muryatan Santana. Eurocentrismo, história e história da África. **Sankofa (São Paulo)**, v. 1, n. 1, p. 47-63, 2008.

BARNES, J. *The Complete Works of Aristotle: the Revised Oxford Edition*, transl. 1984.

BONJORNO, José Roberto. *Bonjorno & Clinton Física novo Fundamental*, Volume Único. **Editora FTD, São Paulo-SP**, 1999.

BRASIL. Lei n.º 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2003a, p. 01.

(http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.639.htm)

DE ASSIS CASTRO, Dominique Jacob Fernandes; MONTEIRO, Bruno Andrade Pinto. A decolonialidade no Ensino de Ciências através da análise dos trabalhos publicados no ENPEC 2019. In *Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte*, Natal, RN, 2019, p. 1-7.

GOMES, Nilma Lino. Relações étnico-raciais, educação e descolonização dos currículos. **Currículo sem fronteiras**, v. 12, n. 1, p. 98-109, 2012.

Gordon, Jacob U. "yoruba Cosmology and Culture in Brazil: A Study of African Survivals in the New world." *Journal of Black Studies* 9.4 (1979): 231-244.

HENN, Brenna M.; CAVALLI-SFORZA, L. Luca; FELDMAN, Marcus W. The great human expansion. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 44, p. 17758-17764, 2012.

LAÉRCIO, Diógenes. **Vidas e doutrinas dos filósofos ilustres**. Universidade de Brasília, 1988.

MCBREARTY, Sally; BROOKS, Alison S. The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of human evolution*, v. 39, n. 5, p. 453-563, 2000.

PEREIRA, Marcos; DIETRICH, Ana. Narrativa Científica e a Cultura Afro-brasileira. *Revista Contemporartes*. Disponível em: <

http://revistacontemporartes.com.br/2018/05/15/narrativa-cientifica-e-a-cultura-afro-brasileira/?fbclid=IwAR3xMAfCBj3_cIPnYwpXbujGZl0rj-7BCH-4hb1xlannoxswgN23FTv6aC4 > Acesso em: 12/09/2019

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. e ROMERO, T. R. Física em contextos: pessoal, social e histórico, v.1, v. 2, v.3. São Paulo, FTD, 2010.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. Física: volume único. **São Paulo: Atual**, 2005.

SILVA, Rosiléia Santana da. ORISUN ATI AWỌN AYIE ATI AWỌN ARÁYÉ: a cosmogonia iorubá como uma proposta didática para a explicação da origem do mundo e da vida no ensino de história do 6º ano.

TZAMALIKOS, Panayiotis. **Anaxagoras, Origen, and Neoplatonism: The Legacy of Anaxagoras to Classical and Late Antiquity**. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2016.

IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE GÊNERO PRESENTES NA FÍSICA ATRAVÉS DA ANÁLISE DOS VÍDEOS DA SÉRIE LUGAR DE MULHER¹

IDENTIFICATION OF THE GENDER PROSSECECS PRESENT IN PHYSICS THROUGH ANALYSIS OF THE VIDEOS OF THE LUGAR DE MULHER SERIES

Laís Gedoz¹, Alexandro Pereira de Pereira², Daniela Borges Pavani³, Renato Felix Rodrigues⁴

¹UFRGS/Instituto de Física/ PPGEnFís, lais.gedoz@ufrgs.br

²UFRGS/Instituto de Física/ PPGEnFís, alexsandro.pereira@ufrgs.br

³UFRGS/Departamento de Astronomia/ DA/IF-UFRGS, dpavani@if.ufrgs.br

⁴UFRGS/Instituto de Física/ PPGEnFís, renato.felix@ufrgs.br

Resumo

Uma dentre as diversas ações implementadas no Brasil com o intuito de incentivar o acesso de meninas e mulheres às áreas das ciências exatas foi o programa Lugar de Mulher. Desenvolvido através da parceria entre o projeto Meninas da Ciência do Instituto de Física da UFRGS com a unidade de televisão da universidade, UFRGS-TV, o programa produz mensalmente pequenos vídeos com mulheres que atuam nas áreas de Ciência e Tecnologia. Neste trabalho apresentamos a análise dos vídeos realizados com duas pesquisadoras da área de Física com os objetivos de identificar alguns dos processos *Simbólico*, *Estrutural* e *Individual de gênero* presentes na ciência e o modo como elas lidam com esses processos. Os resultados mostram que a identificação desses processos nos proporciona um melhor entendimento sobre como é ser uma cientista mulher dentro da área da Física e um entendimento melhor da não neutralidade científica. Além disso, podemos perceber como situações parecidas podem gerar diferentes interpretações e impactos, que podem ser positivos ou negativos, dependendo da forma como a cientista percebe a situação. Quando analisados através da epistemologia feminista proposta por Sandra Harding, os vídeos aparentam ter um potencial para serem utilizados em atividades educacionais como ponto de partida para problematizar os processos de gênero no meio científico.

Palavras-chave: Ensino de Física, mulheres na ciência, questões de gênero.

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Abstract

One of the several actions implemented in Brazil with the aim of encouraging girls and women to access the Natural Science areas was the Lugar de Mulher program. Developed through a partnership between the Meninas na Ciência project at the UFRGS Physics Institute and the university's television unit, UFRGS-TV, the program produces monthly short videos with women working in the areas of Science and Technology. In this study we present the analysis of the videos made with two Physics researchers with the aims of identifying some of the Symbolic, Structural and Individual gender processes present in science and the way they deal with these processes. The results show that the identification of these processes provides us with a better understanding of what it is like to be a female scientist within the field of Physics and a better understanding of scientific non-neutrality. In addition, we can see how similar situations can generate different interpretations and impacts, which can be positive or negative, depending on how the scientist perceives the situation. Furthermore, when analyzed through the feminist epistemology proposed by Sandra Harding, the videos have great potential to be used in educational activities as a starting point to problematize gender processes in the scientific community.

Keywords: Physics education, women in science, gender issues.

Introdução

Nos últimos anos, tem se observado no Brasil um aumento de ações e premiações com o objetivo de incentivar o acesso de meninas e mulheres às áreas das ciências exatas. No início, as ações estavam mais voltadas para o ensino superior e ao mercado de trabalho e, a partir de 2010, começaram a ser realizadas ações voltadas também para crianças e adolescentes (OLIVEIRA; UNBEHAUM; GAVA, 2019). Uma dentre as diversas ações implementadas foi o programa Lugar de Mulher que é uma parceria entre o projeto Meninas da Ciência do Instituto de Física da UFRGS com a unidade de televisão da universidade, UFRGS-TV. O programa produz mensalmente vídeos de em média 5 minutos de duração com mulheres que atuam nas áreas de Ciência e Tecnologia. Segundo a página do projeto “O programa foi criado com o objetivo de difundir a presença de mulheres em carreiras de ciências e tecnologias e criar assim modelos femininos em áreas onde há baixa representatividade de mulheres”².

As entrevistas realizadas pelo programa vão muito além do que apenas nos proporcionar um contato com a trajetória das entrevistadas e com o que elas trabalham. Uma análise cuidadosa das suas falas nos proporciona um entendimento de como a ciência não é neutra nem imparcial características nas quais muitas vezes os cientistas relutam em admitir. Este é um entendimento importante já que as concepções de que a ciência é neutra e imparcial ainda são muito difundidas na nossa sociedade (HARDING, 1986). Além disso, podemos identificar os aspectos

² Para maiores informações sobre o programa Lugar de Mulher e o projeto Meninas na Ciência, acesse: <https://www.ufrgs.br/meninasnaciencia/>

genereficados³ presentes na cultura científica e entender, com um pouco mais de profundidade, casos de mulheres que conseguiram atuar numa área em que a predominância é masculina (SILVA; RIBEIRO, 2014). Entender esses aspectos nos auxilia no desenvolvimento de ações e pesquisas que possuam como objetivo mostrar as meninas e mulheres que as áreas de Ciência e Tecnologia também são lugares de mulher.

Os objetivos deste trabalho são identificar alguns dos processos *Simbólico, Estrutural e Individual de gênero* presentes na ciência e como as pesquisadoras lidam com esses processos. Para isso, foram analisadas as entrevistas com as pesquisadoras da área da Física Ana e Carol, nomes fictícios, que correspondem a dois vídeos dentre os 59 vídeos realizados até a realização deste estudo.

Referencial Teórico

A teoria proposta por Harding (1986) defende que o desenvolvimento do conhecimento é carregado de influências culturais e crenças dos pesquisadores e pesquisadoras que são marcadas de formas distintas quanto à raça, classe e gênero. Ao termos consciência disso, podemos identificar esses efeitos nos métodos e interpretações presentes na ciência. Como fazemos parte de uma cultura científica, a racionalidade presente na ciência permeia não apenas a forma de agir e de pensar dentro das instituições, mas também na nossa vida privada. Enquanto no passado entender a natureza tinha como objetivo melhorar nossa vida, atualmente se tornou um empreendimento para obter os recursos da natureza através de um acesso desigual, para que ocorra uma dominação de certos grupos sociais sobre outros.

Ao definirmos gênero como uma categoria analítica que influencia a forma de pensar e agir das pessoas podemos identificar o modo como nossos sistemas de crenças e instituições são moldados por significados de gênero. O gênero é entendido simultaneamente como um processo, pois é produzido nas interações sociais, e como um discurso, pois corresponde a um conjunto de figuras de pensamento ou ideias que geralmente são compartilhadas em uma sociedade. Segundo Harding (1986), a vida social genereficada é produzida a partir de três processos que são denominados de *Simbolismo de gênero, Estrutura de gênero e Gênero individual*. Esses três processos são distintos para diferentes culturas em diferentes períodos históricos e é muito difícil entender uma situação sem levar em conta os três processos, pois eles estão relacionados entre si. Os *Simbolismos de gênero* são metáforas dualistas de gênero e dicotomias que as pessoas atribuem a fenômenos, coisas ou pessoas por meio da linguagem (e.g. homens são objetivos, mulheres são subjetivas, homens entendem a Física melhor do que as mulheres). A *Estrutura de gênero* é como os indivíduos organizam suas atividades e interações sociais com base nos *Simbolismos de gênero* (e.g. existem mais homens do que

³ Quando um espaço, grupo ou pessoa passa ou é tocado pela rede de processos dinâmicos de gênero dizemos que algo ou alguém foi genereficado. O termo genereficação é uma tradução do termo *gendered*, que é um desdobramento do substantivo *gender* (gênero). O processo de desenvolvimento de gênero (genereficação) requer um desenvolvimento da "identidade de gênero". O verbo "genereficar" e seus desdobramentos, generificação, generificado/a e generificar não existem na língua portuguesa, porém vem sendo utilizado frequentemente por autores e tradutores brasileiros nos estudos de gênero (CONNELL; PEARSE, 2015).

mulheres atuando na área da Física). Já o *Gênero individual* é uma forma de identificação e comportamento individual que é socialmente construído e está correlacionado com a “realidade” (HARDING, 1986, p. 18) ou com a percepção das diferenças sexuais. Além disso, é o modo como os seres humanos se identificam como tal, e isso pode ser identificado através de como um indivíduo se posiciona em diferentes contextos (DUE, 2012) (e.g. eu não sou boa em Física porque eu sou mulher.).

A autora chama a atenção para a ironia existente no fato de as ciências naturais, que se classificam como racionais, ignoram exatamente uma análise crítica sobre sua própria natureza, análise na qual defendem que seja realizada nas ciências humanas. Essa ironia é mais bem compreendida quando entendemos que os cientistas possuem uma autoimagem sobre quem são e sobre o que a natureza e a racionalidade científica nos reservam. Além disso, acreditam que suas metodologias eliminam as influências sociais das suas pesquisas. Dessa forma, a discriminação das mulheres na ciência ocorre não só devido ao contexto político e social que se originam, em parte das relações sociais generificadas, mas também devido à forma como os homens cientistas enxergam a si mesmos e a natureza da ciência. Devido a isso, a Física é generificada tanto no processo *Estrutural* como no processo *Simbólico* e isso se reflete no fato de a maioria dos professores de Física e dos físicos serem homens e de que os valores associados às ciências naturais são os mesmos associados aos homens (e.g. racionalidade, objetividade e rigidez) (DUE, 2012).

A autora destaca que a divisão de trabalho por gênero na nossa sociedade influencia também a divisão de trabalho dentro da ciência, preservando as hierarquias sociais. Devido a isso, observa-se que mulheres de todas as classes e etnias, homens negros e homens brancos de classe baixa são mais numerosos atuando como professoras e professores de ciências no nível fundamental e médio e como técnicos de laboratório. Essa divisão de trabalho por gênero e os *Simbolismos de gênero* relacionados à ciência, segundo Harding (1986), são igualmente responsáveis pela baixa representatividade feminina e pelo fato de que as meninas geralmente não se interessam em desenvolver habilidades científicas.

Metodologia

Para a análise, foi realizada uma busca no site do projeto Lugar de Mulher por vídeos de entrevistadas da área da Física. Foram selecionados apenas os vídeos da área da Física devido ao tema do evento e devido à limitação de páginas do trabalho. Na consulta, foram encontrados três vídeos, dois sobre duas pesquisadoras do Instituto de Física e um sobre uma aluna de bacharelado em Física. Após a seleção dos vídeos foi realizada a transcrição do áudio e em seguida os trechos foram analisados com base no referencial teórico.

Devido a limitação da informação presente nos vídeos, nem sempre foi possível identificar os processos de gênero na fala das entrevistadas. Por conta disso a entrevista com a aluna de bacharelado não será considerada neste trabalho. A seguir, apresentamos os segmentos dos vídeos das pesquisadoras do Instituto de Física em que foi possível identificar alguns aspectos dos processos *Simbólico*, *Estrutural* e *Individual de gênero* que propiciassem discussões relevantes para o ensino de Física. A análise está dividida em três seções: Por que escolheu se tornar cientista, Discriminação de gênero e Muito além de cientistas. Essas categorias foram escolhidas a partir dos temas em comum abordados nas entrevistas. Optamos

por utilizar os nomes fictícios Ana e Carol para se referir as pesquisadoras para preservar a identidade das entrevistadas.

Por que escolheu se tornar cientista

Ana relata que quando era criança ficava maravilhada em observar seu pai consertando problemas elétricos da sua casa. Enquanto consertava ele lhe explicava como funcionava a eletricidade. Segundo Ana “[...] *todas aquelas coisas que pareciam para os outros mágica, eu passava a compreender como funcionava. Eu sabia que essa era a vida que eu queria ter, compreender como funciona o mundo ao meu redor*”. Mesmo que culturalmente trabalhar como eletricitista seja atribuído como função para os homens (SENCAR; ERYILMAZ, 2004), parece que o pai de Ana não reproduziu esse *Simbolismo de gênero* masculinizado. Uma possível interpretação sobre o relato da pesquisadora é que ao explicar o assunto para a filha, o pai passava implicitamente o *Simbolismo de gênero* de que mulheres podem aprender sobre eletricidade. A partir disso, pode-se inferir que o *Gênero individual* de Ana foi influenciado positivamente, pois na fala da pesquisadora não são feitos comentários negativos em relação a isso, pelo contrário, pelo relato Ana percebeu que queria compreender o mundo e que conseguia entender assuntos que para os outros eram mágica. O caso de Ana chama a atenção para o papel da família para o desenvolvimento de atitudes positivas nas áreas relacionadas à Ciência & Tecnologia (SHORT-MEYERSON; SANDRIN; EDWARDS, 2016). Segundo Andre et al. (1999) uma das formas de promover um aumento do acesso de mulheres na ciência seria através da realização de ações nos primeiros anos de escolarização e que envolvessem a participação dos pais.

Carol sempre gostou de coisas que geralmente as pessoas não gostavam, segundo a pesquisadora:

Eu achava legal fazer algo que é...que não é comum, que as pessoas acham difícil, então eu achava bacana isso. Então, essa foi minha maior motivação para fazer o curso” [...] A prova que eu fui pior no vestibular foi física porque eu realmente não tinha o conhecimento, mas eu gostava.

Nesta fala não é possível identificar como ela lidou com os níveis *Estrutural* e *Simbólico de gênero* presente na Física, pois ela não relata informações sobre esses processos. No entanto, pode-se supor que esses dois níveis não afetaram de forma negativa o seu processo *Individual de gênero* a ponto de fazê-la desistir da Física. É interessante notar que Carol não desistiu da sua escolha profissional mesmo considerando Física incomum e difícil, e mesmo tendo um baixo desempenho em Física no vestibular. Estudos na literatura apontam que frequentemente as meninas percebem a ciência como difícil e desinteressante (BROTMAN; MOORE, 2008), mas no caso de Carol foi o contrário, os desafios motivavam a pesquisadora.

Descriminação de gênero

Segundo Ana “*Eu percebi que eu tava no lugar errado no meu primeiro dia de aula. Nós éramos 40 alunos em sala de aula, só quatro meninas.*” O fato de ter mais homens na turma pode ser entendido como uma característica da *Estrutura de gênero* da Física, pois é um reflexo da atribuição de um *Simbolismo de gênero* de

que a Física é uma área para homens. No caso de Ana essa *Estrutura de gênero* fez com que no seu processo *Individual de gênero* ela sentisse que estava no lugar errado por ser mulher.

A pesquisadora também relatou que, quando ia para conferências, as pessoas queriam falar apenas com seu orientador ou colaboradores, mas não com ela. Ana se questionava: “*Não era para eu estar lá. O que que eu estava fazendo lá?*” O fato de as pessoas não falarem com ela reflete uma característica da *Estrutura de gênero* da área da Física, pois diz respeito à forma como as pessoas interagem entre si. Essa interação pode ser compreendida como sendo uma consequência da influência de um *Simbolismo de gênero* que afirma que Física é para homens, portanto, eles supostamente entendem melhor o assunto. Novamente, o processo *Individual de gênero* de Ana foi afetado pelos níveis *Simbólico* e *Estrutural*, fazendo com que, num primeiro momento, ela sentisse que não deveria estar lá por ser mulher. Apesar disso, Ana relata que conseguiu mudar esse cenário: “*eu tive que usar algo que não é tão natural das mulheres, que é uma extrema agressividade*”. Apesar da existência na nossa cultura de um *Simbolismo de gênero* que afirma que mulheres não devem ser, Ana adotou essa característica para o seu processo *Individual de gênero*. Ela começou a ir atrás das pessoas, alterando localmente o processo *Estrutural de gênero*, e dessa forma foi vencendo os obstáculos gerados pelos *Simbolismos de gênero* que, segundo a pesquisadora, afirmam que “*as mulheres não são agressivas, preparadas, espertas, poderosas o suficiente para serem cientistas e lideranças científicas*”. Essas mudanças locais no processo *Simbólico* e *Estrutural* mudaram também o seu processo *Individual de gênero*.

Carol comentou nunca ter sofrido discriminações de gênero, no entanto, relatou que isso já aconteceu com colegas. É importante salientar que o machismo está tão enraizado nos níveis *Estruturais* e *Simbólicos* que muitas vezes a discriminação torna-se naturalizada, podendo passar despercebida ou sendo até reproduzida pelas próprias mulheres (LIMA, 2013). Segundo a pesquisadora “[...] *no dia da formatura eu era a única menina, então, a grande vantagem de ser a única é que todas os olhares vão para você, então, eu adorava, achava um máximo*”. Mesmo que no processo *Estrutural de gênero* ela fosse uma exceção, Carol não percebeu a situação como uma disparidade. No seu processo *Individual de gênero* ela interpretou como uma vantagem. Nesse caso, pode-se supor que o processo *Estrutural* não foi percebido de forma negativa por Carol.

Muito além de cientistas

Nas entrevistas podemos conhecer outros aspectos da vida delas, que fazem parte do processo *Individual de gênero*, e que vão muito além de serem apenas pesquisadoras. No caso da Ana, ela fala sobre gostar de correr e de ter esse contato com a natureza, sobre ser diretora do Instituto de Física, orientadora, professora e namorada. O que chama a atenção no relato de Ana é a sua fala sobre maternidade “*Eu tenho uma vida muito mais fácil que outras mulheres, eu não tenho filhos*”. Na entrevista com Carol, além de falar sobre ser professora e orientadora, também fala sobre sua experiência como mãe:

Eu tenho um menininho de 3 anos e ele demanda, é uma alegria, mas ele dá trabalho. Ele vai crescer e eu sei que daqui a pouco ele vai ter a vida dele, a rotina dele, e vai precisar menos e menos de mim. Então, eu tenho

que aproveitar essa parte, esses momentos que ele precisa de mim que são esses que são legais.

Esses relatos nos auxiliam a perceber o lado mais humano por detrás dessas pesquisadoras e nos ajuda a desmistificar alguns simbolismos, estereótipos e preconceitos em relação à profissão de cientista. Em relação a maternidade, na fala de Ana ela é apresentada como algo que torna a vida mais difícil. Já na fala de Carol, ter filhos dá trabalho, no entanto, a pesquisadora passa uma visão mais positiva em relação a maternidade, não relatando prejuízos para a sua pesquisa. Isso decorre do fato de que a nossa sociedade ainda possui um caráter patriarcal em que ainda é atribuído o *Simbolismo de Gênero* de que a maior parte das responsabilidades em cuidar dos filhos são das mulheres (SILVA; RIBEIRO, 2014). Além disso, a cultura científica é baseada no modelo masculino de carreira que envolve compromisso em tempo integral, produtividade, competitividade. Como ter filhos diminui a produtividade, isso leva algumas pesquisadoras a optarem pela família, outras pela academia, ou pela combinação das duas. As que decidem pela última opção acabam enfrentado várias dificuldades e preconceitos nas suas carreiras (SILVA; RIBEIRO, 2014).

Considerações Finais

A identificação dos processos *Simbólico, Estrutural e Individual de gênero* e de suas relações na fala das entrevistadas nos proporciona um melhor entendimento sobre como é ser uma cientista mulher dentro da área da Física. No caso de Ana foi possível compreender quais foram alguns dos obstáculos que ela enfrentou por ser mulher, como isso a impactou e quais as estratégias utilizadas para superá-los. Em ambos os relatos foi possível identificar o processo *Estrutural de gênero* de que existem muito mais homens do que mulheres atuando na área da Física, cenário que se estende até os tempos atuais (MENEZES, 2017). O caso de Carol chama a atenção pela forma como ela lidou com os desafios da área, pois fazer algo difícil a motivava, e com o fato de ser a única mulher na turma de formandos. Enquanto Ana sentia que estava no lugar errado quando frequentava uma turma em que a maioria eram homens, Carol enxerga uma vantagem em ser a única mulher na sua turma de formandos, pois atraía os olhares do público. Com esses relatos podemos perceber como situações parecidas podem gerar diferentes interpretações e impactos, que podem ser positivos ou negativos, dependendo da forma como a cientista percebe a situação.

Nas falas das pesquisadoras notamos que por mais que durante suas trajetórias elas tenham passado por situações geradas ou pela *Estrutura* ou pelo *Simbolismo de gênero* presente na Física, os seus níveis *Individuais de gênero* não foram afetados significativamente a ponto de elas desistirem das suas escolhas acadêmicas. Isso aponta para a necessidade de compreendermos com maior profundidade como as *Estruturas* e *Simbolismos* afetam ou não o processo *Individual de gênero* de mulheres cientistas e de mulheres que desistiram da profissão.

É importante salientar que um maior número de mulheres numa determinada área não significa que automaticamente as discriminações de gênero desaparecem (SCHIEBINGER, 2001). Como apontado por Harding (1986), as discriminações de gênero na ciência só mudarão quando ocorrerem mudanças nos *Simbolismos de gênero* e na divisão de trabalho por gênero dentro da ciência e na sociedade. Para

que ocorram mudanças nos níveis *Simbólicos* é necessário identifica-los e problematiza-los, e isso pode ser realizado através de análises semelhantes à apresentada neste estudo.

Concluimos que os vídeos do programa Lugar de Mulher aparentam ter um potencial para serem utilizados em atividades educacionais como ponto de partida para problematizar os processos de gênero no meio científico, quando analisados através da epistemologia feminista proposta por Harding (1986). Discutir com maior profundidade a relação entre os três níveis e analisá-los sob um olhar crítico pode trazer, além de um entendimento melhor da não neutralidade científica, uma mudança mais significativa nos *Simbolismos de gênero* presentes nas áreas das ciências exatas.

Referências

- ANDRE, T. et al. Competency beliefs, positive affect, and gender stereotypes of elementary students and their parents about science versus other school subjects. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 6, p. 719–747, 1999.
- BROTMAN, J. S.; MOORE, F. M. Girls and science: A review of four themes in the science education literature. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 9, p. 971–1002, 2008.
- CONNELL, R.; PEARSE, R. **Gênero: uma perspectiva global**. 3ª ed. São Paulo: nVersos, 2015.
- DUE, K. Who is the competent physics student? A study of students' positions and social interaction in small-group discussions. **Cultural Studies of Science Education**, v. 9, n. 2, p. 441–459, 2012.
- HARDING, S. **The Science Question in Feminism**. 2nd. ed. Londres: Cornell University Press, 1986.
- LIMA, B. S. O labirinto de cristal: as trajetórias das cientistas na Física. **Revista Estudos Feministas**, v. 21, n. 3, p. 883–903, 2013.
- MENEZES, D. P. Mulheres na Física: a real idade em dados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 341–343, 2017.
- OLIVEIRA, E. R. B. DE; UNBEHAUM, S.; GAVA, T. A educação STEM e gênero: uma contribuição para o debate. **Cadernos de Pesquisa**, v. 49, n. 171, p. 130–159, 2019.
- SCHIEBINGER, L. **O feminismo mudou a ciência?** 1ª ed. Bauru:SP: EDUSC, 2001.
- SENCAR, S.; ERYILMAZ, A. Factors mediating the effect of gender on ninth-grade Turkish students' misconceptions concerning electric circuits. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 6, p. 603–616, 2004.
- SHORT-MEYERSON, K.; SANDRIN, S.; EDWARDS, C. Gender Influences on Parent-Child Science Problem-Solving Behaviors. **Journal of Research in Childhood Education**, v. 30, n. 3, p. 334–348, 2016.
- SILVA, F. F. DA; RIBEIRO, P. R. C. Trajetórias de mulheres na ciência: “ser cientista” e “ser mulher”. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 2, p. 449–466, 2014.

ESTRATÉGIAS NO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NOS ANAIS DO SNEF

STRATEGIES IN TEACHING PHYSICS TO THE DEAF: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW IN THE ANNALS OF SNEF

Ellen Cristine Prestes Vivian¹, André Ary Leonel²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ensino de Física/ ellencristinevivian@outlook.com

²Universidade Federal de Santa Catarina/ Metodologia de Ensino/ aryfsc@gmail.com

Resumo

Com a intenção de investigar quais produções didáticas e estratégias de ensino de Física na educação de surdos têm se constituído no Brasil e como estas contribuem no processo de acessibilidade e inclusão dos alunos surdos, realizamos uma revisão bibliográfica nos anais de um dos maiores eventos nacionais da área: o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). A pesquisa foi qualitativa e utilizamos a análise de conteúdo para o tratamento dos dados. Assim, emergiram três categorias, a saber: i) Criação de Sinais; ii) Tecnologias, iii) Atividades Experimentais. Percebemos nos últimos anos uma intensificação nas pesquisas envolvendo práticas em sala de aula inclusiva e com produção de materiais didáticos visuais, principalmente com a criação de sinais. Por outro lado, persiste uma barreira na comunicação entre os sujeitos envolvidos no processo (alunos, professores de Física e intérpretes), evidenciando a necessidade de se investir na formação e capacitação de Intérpretes de Língua Brasileira de Sinais (Libras) e dos professores de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Estratégias de Ensino, Surdos.

Abstract

With the intention of investigating which didactic productions and teaching strategies of Physics in the education of the deaf has been constituted in Brazil and how they contribute to the process of accessibility and inclusion of deaf students, we carried out a bibliographic review in the annals of one of the biggest national events in the area: the Symposium National Teaching of Physics (SNEF). The research was qualitative and we used content analysis for data treatment. Thus, three categories emerged, namely: i) Signal Creation; ii) Technologies, iii) Experimental Activities. We have noticed in recent years an intensification of research involving practices in an inclusive classroom and with the production of visual teaching materials, mainly with the creation of signs. On the other hand, there is a barrier in communication between the people involved in the process (students, physics teachers and interpreters), highlighting the need to invest in the training and qualification of Brazilian Sign Language Interpreters (Libras) and Physics teachers.

Keywords: Physics Teaching, Teaching Strategies, Deaf.

O SNEF e a inclusão no Ensino de Física

O SNEF é um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) desde 1970. Esse se constitui como um espaço privilegiado na difusão de experiências, análises, discussões sobre os enfrentamentos no Ensino de Física na educação brasileira, bem como, a formação cidadã, pensando em ações educativas. A ideologia vislumbra os avanços científicos e tecnológicos na sociedade contemporânea.

Na perspectiva da educação inclusiva, foram levantadas reflexões no XV SNEF em Curitiba em 2003. Esse encontro temático foi nomeado de “Ensino de Física para portadores de deficiências”. Posteriormente, no ano mundial da Física em 2005, foi proposta e definida no XVI SNEF no Rio de Janeiro a área temática “Ensino de Física e Estratégias para Portadores de Necessidades Especiais”, que se manteve nas edições do XVII SNEF em São Luis em 2007, e XVIII SNEF no Espírito Santo em 2009. No entanto, não apareceu nas edições do XIX SNEF em Manaus em 2011, no XX SNEF em São Paulo em 2013 e no XXI SNEF em Uberlândia em 2015. A mesma é retomada no XXII SNEF em São Carlos em 2017, mas denominada como “Equidade, inclusão social e estudos culturais e o ensino de Física”. Isto revelou a preocupação do evento com a educação inclusiva, devido a diversidade social e cultural da educação brasileira.

Reconhecendo as barreiras emergentes no Ensino de Física na educação básica, levantamos o seguinte problema: Quais produções didáticas e estratégias de ensino de Física na educação de surdos tem se constituído no Brasil e como estas contribuem no processo de acessibilidade e inclusão dos alunos surdos? O objetivo é: investigar quais produções didáticas e estratégias de ensino de Física na educação de surdos tem se constituído no Brasil e como estas contribuem no processo de acessibilidade e inclusão dos alunos surdos. Para isso, realizamos uma revisão bibliográfica nos anais do SNEF publicados na última década, de 2010 a 2020.

Neste caminho, apresentamos uma breve discussão sobre cultura surda e alguns marcos legais na educação de surdos. Na sequência, delineamos os encaminhamentos metodológicos, resultados, análises e conclusão.

Cultura Surda e alguns marcos legais

O povo surdo enfrentou e ainda enfrenta muitos preconceitos, principalmente quanto sua língua natural e a forma que vivenciam o mundo que é pela experiência visual (STROBEL, 2016). Contudo, muitas lutas levaram a importantes avanços legais, políticos, sociais e educacionais que influenciaram fortemente na inclusão e na acessibilidade destes sujeitos. Podemos mencionar o reconhecimento da Libras em 2002, aqui no Brasil, amparada pela Lei 10.436/2002 (BRASIL, 2002); regulamentada no Decreto 5.626/2005 (BRASIL, 2005). Outro direito conquistado ocorreu com a regulamentação da Lei 12.319/10 em 2010, que assegura a presença de Tradutores e Intérpretes de Libras, principalmente nas escolas (BRASIL, 2010). O Intérprete de Libras é um profissional de fundamental necessidade para a garantia dos direitos educacionais dos alunos surdos (QUADROS, 2004).

Esses dois marcos legais se constituem propulsores da educação de surdos no país. Entretanto o processo de ensino-aprendizagem nos espaços escolares inclusivos ainda são insuficientes e muitas vezes fragmentados. Entender a

educação dos surdos requer um conhecimento do seu pertencimento a uma cultura e da identidade do surdo. É preciso perceber a surdez como uma diferença que se constrói nas vivências cotidianas das comunidades surdas, sendo as características sociolinguísticas a diferença marcante do povo surdo (STROBEL, 2016).

Neste viés, Oliveira e Benite (2015), evidenciaram a fragmentação nas narrativas e no compartilhamento dos signos como as maiores problemáticas no ensino de Física para os surdos. Assim, as barreiras encontram-se na comunicação entre os pares envolvidos: o/a professor(a) de Física, o/a aluno(a) surdo(a) e o/a Intérprete de Libras. Na maioria das vezes, isso é consequência da falta de conhecimento da língua e da cultura surda pelo professor, do desconhecimento das terminologias e conceitos científicos pelo intérprete, da falta de sinais para termos científicos e do distanciamento entre o aluno surdo e a Libras. Por isso, a construção de materiais didáticos bilíngues e visuais é essencial no ensino de Física na educação de surdos (VIVIAN, 2018).

Florentino, Junior e Marques (2015) reconhecem neste sentido uma formação inadequada dos professores e a escassez em pesquisas na área da educação de surdos. Porém, apontam um crescente investimento na produção de materiais didáticos bilíngues e visuais; além disso, a criação de sinais emerge como recurso potencial para solucionar as barreiras linguísticas (FLORENTINO; JUNIOR; MARQUES, 2015).

Encaminhamentos Metodológicos

Com base nos objetivos podemos classificar esta pesquisa como uma pesquisa do tipo exploratória, tendo como intenção explicitar um problema e um o aprimoramento de ideias; geralmente essas pesquisas envolvem um levantamento bibliográfico (GIL, 2002). Neste sentido, com base nos seus procedimentos técnicos utilizados esta investigação constitui-se do tipo Bibliográfica, que ainda segundo Gil (2002) é desenvolvida sobre a investigação de materiais já elaborados e divulgados, composta principalmente por livros e artigos científicos. A pesquisa é de cunho qualitativo, devido seu caráter social (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Como método para análise qualitativa dos dados, consideramos a análise de conteúdo. Essa é percebida como um conjunto de técnicas de pesquisa com o viés de buscar um sentido para o documento; tem a finalidade de descrição objetiva, sistemática e recorrente do conteúdo manifesto da comunicação (BARDIN, 2011). Bardin (2011) define três etapas consideradas básicas em trabalhos que envolvem análise de conteúdo: i) Pré-análise: é a fase de organização do material utilizado para a coleta dos dados, e estabelecer o corpus da investigação; ii) Descrição analítica: etapa de aprofundamento do material que compõe o corpus da pesquisa, que se orienta em geral pelas hipóteses e referencial teórico; iii) Interpretação referencial: é a fase de análise, reflexão e intuição.

Com objetivo de investigar quais produções didáticas e estratégias de ensino de Física na educação de surdos tem se constituído no Brasil e como estas contribuem no processo de acessibilidade e inclusão dos alunos surdos, foi realizada uma revisão bibliográfica nos anais do SNEF na última década, de 2010 a 2020. A saber: XIX SNEF em 2011, XX SNEF em 2013 e o XXI SNEF 2015 e XXII SNEF de 2017. Durante o processo de pré-análise (BARDIN, 2011), salientamos que as atas do XXIII SNEF de 2019 ainda não estavam disponibilizadas.

Os trabalhos foram selecionados utilizando as seguintes palavras-chave: Surdo, deficiência auditiva, deficiente auditivo, surdez, cultura surda, Libras, Língua Brasileira de Sinais, língua de sinais, bilíngue, bilinguismo e Intérprete de Libras. Contendo estas no título, palavras-chave ou resumo dos artigos publicados nas comunicações orais. O corpus da análise foram os trabalhos que continham relatos de intervenções e ações pedagógicas que evidenciassem produções didáticas desenvolvidas e suas contribuições para o ensino-aprendizagem de Física para surdos.

O que mostram as pesquisas

Encontramos 21 artigos dentro dos padrões estabelecidos previamente, sendo eles: 03 artigos no XIX SNEF (2011), 9 artigos no XX SNEF (2013), 5 artigos no XXI SNEF 2015 e 04 artigos no XXII SNEF de 2017. Observamos que desses artigos, somente 12 pertencem ao corpus dessa análise, conforme o QUADRO 1.

QUADRO 1 – Relação de artigos e autores publicados em cada edição do SNEF de 2010 a 2020

EVENTO/ANO	TÍTULO	AUTORES
XIX SNEF (2011)	(01) O desenvolvimento de pesquisas sobre ensino de Física em Libras realizadas pelo grupo de estudo e pesquisa em educação de surdos Édouard Houet	Taimara Passero, Everton Botan, Fabiano César Cardoso
	(02) Vídeos no ensino das leis de Newton: uma proposta para o ensino inclusivo em turmas com alunos com deficiência auditiva	Sabrina Gomes Cozendey, Márlon Caetano Ramos Pessanha, Maria da Piedade Resende da Costa
XX SNEF 2013	(03) Elaboração e implementação de um material didático para o ensino de dinâmica para surdos	Everton Botan, Iramaia Jorge Cabral de Paulo, Fabiano César Cardoso
	(04) Física divertida na educação inclusiva	Helena Libardi, Felipe Fortes Braz, Maria Juanna Lima Hermeto, Deyvid Antônio Eugênio, André Chicrala, Ana Paula Pedroso
	(05) Inclusão e o ensino de Física: uma proposta de criar Sinais no ensino da Astronomia	Edna Menezes Santos, Jadiane Oliveira de Andrade, Niviane Oliveira Santos, Celso José Viana-Barbosa
	(06) O uso de vídeos didáticos bilíngues em aulas de Física	Sabrina Gomes Cozendey, Maria da Piedade Resende da Costa, Márlon Caetano Ramos Pessanha
	(07) Práticas de ensino de Física para alunos surdos em Escola com proposta bilíngue	Jucivagno Francisco Cambuy Silva, Maria Regina Dobeux Kawamura
	(08) Vídeos didáticos: instrumento de ensino na perspectiva da inclusão de alunos surdos em aulas de física do ensino médio	Lucia da Cruz de Almeida, Leandro Santos de Assis, Ruth Maria Mariani Braz, Geisa Maria Souza Nascimento
XXI SNEF 2015	(09) A Linguagem Científica e a Língua Brasileira de Sinais: Estratégia para a criação de Sinais	Lucia da Cruz de Almeida, Viviane Medeiros Tavares Mota, Jonathas de Albuquerque Abreu, Leandro Santos de Assis, Ruth Mariani
	(10) Sinais de Libras para os conceitos de massa e	Jaqueline Santos Vargas,

	surdos	
XXII SNEF 2017	(11) Concepções de uma licencianda em física: obstáculos para o ensino- aprendizagem dos estudantes com deficiência auditiva	Ingrid Aparecida da Cruz, Helena Libardi
	(12) Ensino de Astronomia para a educação de crianças surdas e deficientes auditivos na perspectiva de um Intérprete de Libras	Ellen Cristine Vivian Mendes Marques Bolzan, André Ary Leonel
Total de 12 artigos pertencentes ao corpus		

Fonte: os autores, 2020.

Estes trabalhos indicam um significativo número de pesquisas sobre a produção didática e investimento em estratégias que contribuam para o ensino-aprendizagem de Física e inclusão dos alunos surdos. As estratégias encontradas nestes artigos envolvem a criação de sinais (01), (05), (07), (09), (10), (12); uso de vídeos (02), (06), (08), (09), (12); laboratório de Física (03); adaptação de experimentos e uso de materiais concretos (04), (11), (12); maquetes e experimentos (05); bem como o uso de tecnologias (07), (12). Alguns artigos envolvem mais de uma produção didática ou estratégia.

Com isso, definimos três categorias emergentes. Essas categorias emergiram com base no tipo de produção didática ou estratégia evidenciada nas pesquisas, a saber: i) Criação de Sinais; ii) Tecnologias, iii) Atividades Experimentais. Alguns artigos enquadram-se em duas categorias distintas.

i) Criação de Sinais: Pertencem a esta categoria 6 artigos: (01), (05), (07), (09), (10) e (12).

O artigo (01) apresenta parte das pesquisas realizadas pelo grupo “Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação de Surdos Édouard Houet” sobre o projeto sinalizando a Física. Esse teve como objetivo a elaboração de materiais didáticos em bilíngues, com a elaboração de vocabulários para terminologias de Mecânica, Eletricidade e Magnetismo e Termodinâmica e Óptica. Contribuindo na difusão de sinais para termos específicos do ensino de Física. Já a pesquisa (05) teve intenção de apresentar uma relação entre o cotidiano e o Ensino da Astronomia através de um experimento e construção de uma maquete, com objetivo de criar sinais para essa área e contribuir na educação de alunos surdos. Este contou com uma implementação conduzida por bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) e com o apoio de um intérprete.

No artigo (07), os resultados indicaram que os alunos mostraram-se interessados, criando sinais e explicando por meio de demonstrações de linguagem não-verbal, conceitos como inércia, gravidade, corrente elétrica e óptica. Mas, apontam para a fragmentação na produção da escrita pelos estudantes surdos. No artigo (09) o objetivo foi contribuir com a formação inicial de um grupo de licenciandos de Física. Nesta usaram como estratégias a criação de sinais com uso de vídeos bilíngues, contando com a participação de um intérprete No trabalho (10), é percebido um trabalho cooperativo entre os profissionais.

Nesta, tanto o aluno, o professor, quanto o intérprete, tiveram através da criação de sinais, oportunidade de aprender a cultura do sujeito surdo e a linguagem científica. Isso contribuiu para apropriarem-se de sinais mais próximos do significado dos conceitos. O artigo (12) teve como objetivo a criação de sinais para as terminologias astronômicas. Essa investigação foi conduzida pela própria intérprete

tecnológicos. Os autores evidenciaram que a criação de sinais aproxima os surdos da linguagem científica. Quando o surdo vivencia o conceito e cria um sinal, ele se identifica com os significados envolvidos e se aproxima da linguagem científica (VIVIAN, 2018).

ii) Tecnologias: enquadraram-se nesta categoria 6 trabalhos: (02), (06), (07), (08), (09) e (12).

O artigo (02) apresentou o desenvolvimento e uso de vídeos educativos bilíngues sobre os conceitos das leis de Newton, apresentados a alunos e professores. O objetivo foi contribuir para a acessibilidade e inclusão de alunos surdos em classes de ensino regular. No trabalho (06) é apresentada uma discussão acerca da construção e do uso de um vídeo bilíngue em um contexto inclusivo no ensino de Física. Foram construídos seis vídeos sobre as Leis de Newton, utilizando a Libras, a língua portuguesa escrita e falada, bem como, imagens dinâmicas. Essas imagens representaram situações cotidianas em que os conceitos discutidos podem ser observados. Segundo os autores, o uso de um recurso tecnológico bilíngue potencializa a sala de aula inclusiva.

A pesquisa (07) teve a intenção de acessibilizar os estudantes mediante o uso da Libras nas práticas de ensino de Física para o ensino médio. Para isso, os autores aproveitaram-se de tecnologias para fortalecer a exploração dos aspectos visuais e dos recursos multissensoriais. Segundo os autores, isso favorece os processos de significação dos conceitos em Física. A investigação do artigo (08) é voltada a formação de professores, contando com o acompanhamento e colaboração do intérprete como assessor dos licenciandos e dos alunos surdos. Teve o intuito de construir vídeos didáticos legendados em Libras, além do uso de experimentos e recursos multimídia. Os autores concluíram que estes recursos promoveram a participação dos alunos surdos. Além disso, a familiarização dos licenciandos com a Libras facilitou e contribuiu para a interação entre professor e aluno surdo. Salientam neste sentido que a atuação do intérprete e o conhecimento do professor na língua de sinais são fundamentais.

No artigo (09) sobre uso de vídeos bilíngues, os autores consideraram a experiência visual dos sujeitos surdos como o foco para investirem e tal produção como uma estratégia de ensino essencial para a aprendizagem dos conceitos físicos. O artigo (12) relata que são utilizados programas computacionais, como o Stellarium. Os autores apontam que o recurso contribuíram na compreensão de conceitos visuais que independem da oralidade.

As experiências dos surdos são marcadas pela visualidade (STROBEL, 2016). Assim, as tecnologias viabilizam a aprendizagem do surdo devido seu potencial visual (VIVIAN, 2018). Usar ferramentas tecnológicas possibilitam maior interação entre os educando e professores e entre os educandos com os conceitos científicos, potencializando o processo de ensino-aprendizagem de Física na educação de surdos.

iii) Atividades Experimentais: considerou-se 5 artigos, (03), (04), (05), (11) e (12).

O trabalho (03), traz uma abordagem acerca da elaboração e implementação de um material didático com a utilização de experimentos. O processo contou com a participação de intérpretes em momentos específicos da

pesquisa. Evidenciaram as dificuldades dos alunos surdos com a língua portuguesa e dos professores em lidar com as diferenças na estrutura linguística.

O trabalho (04) envolveu o processo de formação de professores com a atuação de licenciandos, tornando evidente a necessidade do docente possuir conhecimento em Libras. Concluíram que o desconhecimento da Libras pelo docente, a falta de entendimento conceitual pelo intérprete somada a falta de sinais específicos tornaram as intervenções fragmentadas. Isso reforçou a barreira linguística envolvida. Conforme aponta Strobel (2016) a característica mais evidente na cultura surda é a sociolinguística, assim o reconhecimento das especificidades dos surdos é indispensável.

A pesquisa (05), além da criação de sinais para o Ensino da Astronomia, também envolveu um experimento e construção de uma maquete. Os autores notaram o quanto os alunos surdos são detalhistas e atentos as características visuais no ato da criação de sinais. Criar sinais é fundamental para a ampliação de significados em Libras. Na pesquisa (11) e na pesquisa (12) o uso de materiais visuais e concretos facilitou o entendimento dos surdos sobre fenômenos cotidianos, através da manipulação de objetos.

Podemos notar que a estratégia com maior número de artigos publicados está relacionada à criação de sinais. Essa evidência corrobora com a investigação apresentada por Florentino, Junior e Marques (2015). Além disso, o uso de vídeos didáticos ganhou enfoque, e demonstraram uma influência positiva sobre o uso das tecnologias no ensino de Física na educação de surdos.

Com as três categorias podemos perceber o investimento do uso de recursos e estratégias que valorizem a língua natural do surdo e proporcionem a exploração visual, aproximando a cultura surda (STROBEL, 2016) dos conceitos e da linguagem científica (VIVIAN, 2018). As estratégias e produções didáticas sobre o ensino de Física na educação de surdos encontradas nestas publicações revelaram significativos avanços na promoção da acessibilidade e inclusão dos sujeitos surdos.

Considerações Finais

A regulamentação da Libras e da profissão do Intérprete de Libras é recente, mas percebemos que na última década tem se intensificado as pesquisas envolvendo estratégias e produções didáticas nas práticas da sala de aula inclusiva na educação básica. Entretanto, não ficou explícito nos artigos encontrados se havia disponibilidade de materiais e recursos didáticos oferecidos pelas escolas. Igualmente, não evidenciamos se havia horários para planejamento dos professores de Física e para o intérprete. Esses profissionais devem dialogar no ambiente escolar, para que as ações sejam conjuntamente construídas, respeitando as peculiaridades do aluno surdo e da área de ensino.

Nesse sentido, os investimentos em produções didáticas e estratégias de ensino possibilitam a reflexão sobre o potencial dos instrumentos e recursos bilíngues, visuais e tecnológicos como meios para promover o ensino-aprendizagem de Física na educação de surdos ou deficientes auditivos. A produção de material didático, principalmente com a criação de sinais, se caracterizou como grande potencial no processo de acessibilidade e inclusão dos sujeitos surdos. Essa estratégia em especial contribui no fortalecimento do vínculo entre o professor, o

surdo e a Física, colaborando para a construção da linguagem científica. Assim, a criação de sinais é um elo entre a linguagem científica e a Libras.

Quando falamos em inclusão, é preciso pensar além de estratégias e produção didática, na formação dos educadores e na valorização e condição de trabalho destes sujeitos, para que possamos progredir na educação de surdos e na transformação da escola inclusiva em sua totalidade.

Referências

ALMEIDA, L. C. de; ASSIS, L. S. de; BRAZ, R. M. M.; NASCIMENTO, G. M. S. Vídeos didáticos: instrumento de ensino na perspectiva da inclusão de alunos surdos em aulas de física do ensino médio. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, SP, 2013. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0475-1.pdf>> Acesso em: 03 set. 2017.

ALMEIDA, L. da C. de; MOTA V. M. T.; ABREU, J. A.; ASSIS, L. S. de. MARIANI, Ruth. A linguagem científica e a língua brasileira de sinais: Estratégia para a criação de sinais. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Uberlândia, MG, 2015. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0566-1.pdf>> Acesso em: 28 out. 2016.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011

BOLZAN, E. C. V. M. M.; LEONEL, A. A. Ensino de Astronomia para a educação de crianças surdas e deficientes auditivos na perspectiva de um Intérprete de Libras. XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Carlos, SP, 2017. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0795-1.pdf>> Acesso em: 10 set. 2018.

BOTAN, E.; CABRAL, I. J. de P.; CARDOSO, F. C. Elaboração e implementação de um material didático para o ensino de Dinâmica para surdos. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0133-1.pdf>> Acesso em: 03 set. 2017.

BRASIL, Decreto nº 5.626, de 22 De Dezembro de 2005 que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, 2005.

_____, Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais e dá outras providências, 2002.

_____, Lei nº 12.319, de 1º de Setembro De 2010. Regulamenta a profissão de Tradutor e Intérprete da Língua Brasileira de Sinais – Libras, 2010.

COZENDEY, S. G.; PESSANHA, M. C. R.; COSTA, M. da P. R. da. Vídeos no ensino das leis de Newton: uma proposta para o ensino inclusivo em turmas com alunos com deficiência auditiva. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus, AM, 2011. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0051-1.pdf>> Acesso em: 22 dez. 2016.

_____, O uso de vídeos didáticos bilíngues em aulas de Física. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus, AM, 2011. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0572-1.pdf>> Acesso em: 22 dez. 2016.

CRUZ, I. A. da; LIBARDI, H. Concepções de uma licencianda em física: obstáculos para o ensino- aprendizagem dos estudantes com deficiência auditiva. XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Carlos, SP, 2017. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0734-2.pdf>> Acesso em: 10 set. 2018.

FLORENTINO, C. P. A.; JUNIOR, P. M.; MARQUES, A. C. T. L. Ensino de Ciências na Educação de Surdos nos Anais do ENPEC: 1997-2013. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia, SP, 2015. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1550-1.PDF>> Acesso em: 11 nov. 2017.

GIL, A. C. 1946. Como elaborar projetos de pesquisa. ed 4. São Paulo: Atlas, 2002.

LIBARDI, H.; EUGÊNIO D. A.; HERMETO, M. J. L.; PEDROSO, A. P.; BRAZ, F. F.; CHICRALA, A. Física divertida na educação inclusiva. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0693-1.pdf>> Acesso em: 12 set. 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: E. P. U. 1986.

OLIVEIRA, W. D. de.; BENITE, A. M. C. Aulas de ciências para surdos: estudos sobre a produção do discurso de Intérpretes de Libras e professores de ciências. Revista Ciência e Educação. V 21, nº 2, p 457-472. Bauru, 2015. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n2/1516-7313-ciedu-21-02-0457.pdf>> Acesso em: 18 set. 2017.

PASSERO, T.; BOTAN, E.; CARDOSO, F. C. O desenvolvimento de pesquisas sobre ensino de Física em Libras realizadas pelo grupo de estudo e pesquisa em educação de surdos Édouard Houet. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus, AM, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0297-1.pdf>> Acesso em: 18 set. 2016.

QUADROS, R. M. de. O Tradutor e Intérprete de Língua Brasileira de Sinais e Língua Portuguesa. 2 ed. Secretaria de Educação Especial; Brasília: MEC; SEESP, 2004.

SANTOS, E. M.; ANDRADE, J. O.; SANTOS, N. O.; VIANA-BARBOSA, C. J. Inclusão e o Ensino de Física: Uma proposta de criar sinais no Ensino da Astronomia. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0016-2.pdf>> Acesso em: 15 set. 2017.

SILVA, J. F. C. ; KAWAMURA, M. R. D. Práticas de ensino de Física para alunos surdos em escola com proposta bilíngue. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0343-1.pdf>> Acesso em: 15 out. 2017.

STROBEL, K. As imagens do outro sobre a cultura surda. 4 ed, Florianópolis: UFSC, 2016.

VARGAS, J. S.; GOBARA, S. T. Sinais de Libras para os conceitos de massa e aceleração: testagem e aceitação dos alunos surdos. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Uberlândia, MG, 2015. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0930-1.pdf>> Acesso em: 06 nov. 2017.

VIVIAN, E. C. P. Ensino-Aprendizagem de Astronomia na Cultura Surda: um olhar de uma Física Educadora Bilíngue. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2018.

WEBSITE, O SNEF: Memória. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=270&Itemid=303> e em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>> Acesso em 10 set. 2017.

WEBSITE, O XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/~snef/xxii/>> Acesso em 10 set. 2017.

**ENSINO DE CIÊNCIAS E DECOLONIALISMO:
história em quadrinhos e representatividade étnico-racial**

**SCIENCE EDUCATION AND DECOLONIALISM:
comics and ethnic-racial representation**

Tupiracy Celso Gomes Damasceno¹, Marcus Vinicius Pereira²

¹ Instituto Federal do Rio de Janeiro, tupiracy@hotmail.com

² Instituto Federal do Rio de Janeiro, marcus.pereira@ifrj.edu.br

Resumo

A baixa presença de pretos e pardos nos meios científicos, quando comparados a sua proporção na população, somada à percepção da ciência como meio racialmente neutro gera na população a percepção de que isso se dá simplesmente por causalidade, não sendo nem de longe um ponto a ser debatido. Fruto do racismo estrutural, essa noção é tão arraigada que nem mesmo militantes dos movimentos negros escapam dela, sendo fundamental para a alteração desse panorama a superação do paradigma cultural que tem, na Europa e no aspecto caucasiano, a noção de bom e de belo. No presente trabalho, a partir da análise histórica das relações raciais no Brasil e da necessidade de ampliação da representação negra e parda no campo das ciências, partiu-se para a elaboração de um produto na forma de história em quadrinhos que possibilite junto aos alunos um meio para trabalhar essas ideias. Nesse sentido, a história em quadrinhos elaborada tem como personagem principal o físico e egiptólogo senegalês Sheik Anta Diop, visando à discussão dos métodos científicos, que foi aplicada com alunos do ensino médio para melhor compreensão tanto da natureza da ciência quanto da importância da representação.

Palavras-chave: história em quadrinhos, natureza da ciência, decolonialismo, relações étnico-raciais.

Abstract

The low presence of blacks in scientific circles, when compared to their proportion in the population, together with the perception of science as a racially neutral means generates in the population the perception that this is simply due to causality, being not even a point to be debated. As a result of structural racism, this notion is so ingrained that not even militants of the black movements escape it, being fundamental for the change of this panorama the overcoming of the cultural paradigm that in Europe has in the caucasian aspect the notion of good and beautiful. In the present study, based on the historical analysis of race relations in Brazil and the need to expand black and brown representation in the field of sciences, we started with the elaboration of an educational product that allows the students a way of working these ideas. In this sense, the comic story elaborated has as main character the Senegalese physicist and Egyptologist Sheik Anta Diop aiming at the discussion of scientific methods, which was tested with high school students for a better understanding both of the nature of science and of the importance of representation.

Keywords: comics, nature of science, decolonialism, ethnic-racial relations.

Considerações Iniciais

O presente trabalho surgiu da percepção da invisibilidade da questão étnico-racial no meio científico. A fim de minimizar isso, elaborou-se uma História em Quadrinhos (HQ) tendo como protagonista um desconhecido intelectual negro do século XX, Sheik Anta Diop, Doutor em Física e em Ciências Sociais, um dos precursores na defesa de tese da origem da humanidade na África e da base étnico-racial da fundação da civilização egípcia como negra. Dessa forma, pretende-se contribuir com a alteração do panorama de exclusão decorrente do ideário eurocentrado presente em nossa educação. Apesar desta importante conquista, a promulgação da Lei nº 10.639 (BRASIL, 2003), que alterou a Lei nº 9.394 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), não garantiu a inclusão no currículo desses conteúdos de forma transversal às disciplinas curriculares.

Possibilitar a compreensão da ciência, e, em consequência, de seu método como um empreendimento humano é fundamental para a compreensão de seu funcionamento e constitui uma das bases do letramento científico, ampliando-se as condições necessárias que possibilitam capacitar para a interpretação e aplicação dos conhecimentos das ciências em nossa realidade cotidiana como um dos parâmetros para a tomada de decisões. Neste sentido, a compreensão do conceito de raça/etnia é fundamental para determinar em que consiste a discriminação racial, principalmente por tratar-se de um conceito histórica e socialmente determinado.

Colonialidade, Raça e Decolonialismo

O racismo toma a proporção que vemos hoje a partir da colonização, e a manutenção da dominação fundada no processo colonial não pode se dar exclusivamente pela via da violência. Dessa forma, é fundamental a criação de um suporte de modelagem da realidade que justifique as práticas coloniais, esse suporte se dá através da ideologia racista, que, desde a descoberta de povos distintos dos europeus, estabelece a inferioridade dos recém descobertos, seja fundamentada em crenças religiosas, ou quando da superação desse paradigma, da concepção científica. As justificativas para diferenciação e consequente exploração dos indivíduos de origem religiosa (SCHWARCZ, 2018) são superadas pela descoberta da teoria da evolução das espécies de Darwin e mais precisamente pela interpretação social dada a essa teoria, que subverte o conceito de raça biológica, uma subespécie de uma mesma espécie, tendo como base apenas características fenotípicas (cor da pele, cor dos olhos), para estabelecer racismo com base “biológica”. Dessa forma, o escopo fundamental, o conceito de espécie Darwiniana, renomeado como raça, estabelecendo a justificativa científica para a distinção entre os povos.

Apesar da atual constatação da inexistência do conceito de raça, ele não deixou de ser utilizado como marcador social, e sua compreensão deve ser buscada na compatibilidade de conceitos etimológicos, etnológicos, sociológicos, antropológicos ou biológicos, para que se chegue a uma definição jurídica (STF, 2003). Essa perspectiva norteou desde o regime escravocrata de dominação até as políticas eugenista de saúde, pós-proclamação da República, que vinculavam a questão étnica à questão de saúde, no que se refere a propagação de doenças como sendo inerentes a determinadas populações e combatidas portanto com a sua redução (STEPAN, 2004). Nisso se constituiu a política de branqueamento da população, com o estímulo à imigração de europeus para o Brasil, com o intuito de que com as miscigenações decorrentes em certo prazo, toda a população se tornaria branca,

A superação do mito da democracia racial inaugurado por Gilberto Freire, em seu livro intitulado *Casa Grande e Senzala*, adotada pelo Estado Brasileiro como mecanismo de negação das tensões raciais, ainda hoje não foi superado. Se podemos afirmar que a existência do racismo não é mais negada pelo Estado, apesar de na atualidade ser negada por alguns governantes, o fato é que a narrativa racial, por estruturar a sociedade brasileira, se mantém ativa, seja através do racismo institucional, que determina a posição de certas etnias dentro das hierarquias, seja através da reprodução de estereótipos que estabelecem a noção de belo e bom, reafirmando os privilégios das classes dominantes. Fica explicitado que a manutenção dos valores coloniais dentro de nações passa sem dúvida pela formação do intelectual colonizado e suas relações com a cultura colonial como ideal a ser alcançado, uma vez que para a sua constituição tem sua formação orientada para o apagamento de seu passado anterior à colonização como irrelevante e em consequência fundamentadora do conceito universalista da colônia e da modernidade (MALDONADO-TORRES, 2019). A descolonização, dessa forma, para além da simples desvinculação entre a colônia e a metrópole passa pela alteração da visão do colonizado, convencido de sua inferioridade e posto em condições justificadoras da mesma, dentro de sua própria terra.

A colonialidade, essa manutenção dos valores da colonização, mesmo após seu fim, por sua própria essência e fundamento, se incorpora em todas as dimensões da vida do indivíduo, determinando suas concepções do que é o ser, do que é o saber e do que é o poder. Assim, a superação da condição da colonialidade a decolonização passa pelo entendimento de como esses aspectos fundamentam a colonialidade e de como podemos superá-los. A decolonização em termos do ser passa dessa forma, necessariamente pela valorização de fenótipos tidos como não universalizados, seja no que se refere à exposição dos mesmos como componentes da sociedade brasileira, em peças de propaganda, filmes e reportagens para além do estereótipo de marginalizado, seja com a efetiva inserção desses indivíduos em locais tidos como “não adequados”, por representarem historicamente locais de domínio da população lida como branca, e concentradores de seus privilégios. Nesse sentido, o sistema de cotas é um importante instrumento decolonial. No entanto, é através do currículo oculto que a colonialidade estabelece de forma mais profunda o que é o saber a ser dignificado como real. As classes dominantes estabelecem o que deve e o que não deve ser socialmente relevante, criando na sociedade, através dos meios de comunicação e da escola, estruturas totais que regulam a visão de mundo dos indivíduos dentro desses parâmetros. As escolas, assim, são fundamentadoras da hegemonia, tanto nas práticas quanto nas vivências cotidianas funcionando como uma barreira a outras vivências (APPLE, 2008), reproduzindo a formação do intelectual colonizado. É fundamental que esses conhecimentos estejam associados à vivência de crianças e jovens e as suas identidades, a que caminhos serão orientados como indivíduos na sociedade (SILVA, 2010). A alteração pode se dar, por exemplo, através da representatividade que se tornará mais efetiva, a depender do meio empregado para transmitir essa ideia nesse sentido.

História em Quadrinhos e Ludicidade

O dinamismo das aulas, bem como a utilização de materiais diversificados, é prática que pode proporcionar aos alunos um aprendizado diante do fato de que sua percepção sobre a inadequação curricular pode ser uma das razões para o

abandono do ensino médio. Nesse contexto, o uso de ferramentas mais acessíveis não pode ser desprezado (CARUSO e SILVEIRA, 2008, p. 2). A disposição de elementos específicos de uma HQ assume as características de uma “linguagem” que se vale da experiência visual comum entre o criador e o público (EISNER, 1989, p. 10). Essa característica de associar a ludicidade com estética, composta por imagens articuladas entre si, tornou a HQ importante instrumento para a crítica social. O primeiro quadrinho editado no Brasil – As Aventuras de Nhô Quim ou Impressões de uma Viagem à Corte – data de 1869, e trata de forma humorada das questões e contradições da corte (CARDOSO, 2002). A utilização de uma HQ no presente trabalho, além de agregar características inerentes a essa mídia, se fundamenta na facilidade e no baixo custo de emprego do material desenvolvido, que por isso foi feita em preto e branco, possibilitando sua reprodução sem perda de qualidade gráfica.

Metodologia

Para a caracterização da metodologia, fundamental é a determinação dos pressupostos filosóficos que a balizaram, seja no que se refere a representação da realidade a ser pesquisada (ontológico), a noção do que é conhecimento (epistemológico), a percepção de como os valores se enquadram na pesquisa (axiológico), para, a partir daí, se determinar a metodologia. Dessa forma, a presente pesquisa tem como pressuposto ontológico o de que a realidade não se apresenta ao indivíduo de forma nua, mas sempre coberta pelo véu da ideologia, sendo a realidade baseada nas lutas de poder e identidade, baseadas em privilégios e opressão, fruto do passado colonial. Como pressuposto epistemológico, o conhecimento ocorre pela suplantação do véu da ideologia através da pesquisa de análise das relações de poder socialmente postas. E axiológico, os valores do grupo de pesquisa devem ser considerados segundo a perspectiva como eles se dão no próprio grupo (CRESWELL, 2014). Nesse sentido, a estrutura interpretativa será a da Teoria Racial Crítica (TRC), associada à superação do modelo colonial (pós colonialismo) e para além dele (decolonialismo). O cenário empírico é uma escola estadual localizada na região central do município de Nilópolis, cidade que constitui a Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, possuindo 2.114 alunos, funcionando nos três turnos, com turmas de ensino médio e fundamental.

A coleta dos dados se deu através de dois grupos focais – um com 10 alunos voluntários da manhã, outro com 11, voluntários da tarde –, sempre com gravações em áudio. Dessa forma, a pesquisa – fruto de um mestrado profissional em ensino de ciências – foi dividida em quatro (4) etapas: (a) verificação da relação que os alunos estabelecem entre características fenotípicas negroides e profissões ligadas a área das ciências, utilizando um conjunto de rostos de modelos brancos e de cientistas e políticos negros, seguida de uma explanação sobre o conceito de racismo estrutural, na apresentação dos dados obtidos; (b) elaboração do roteiro da HQ considerando a pesquisa bibliográfica realizada; (c) aplicação da HQ elaborada, com registro em áudio das discussões entre os estudantes; (d) identificação das leituras produzidas pelos alunos, tanto através de suas falas quanto de seu comportamento no que se refere a percepção da apresentação dos métodos científicos na HQ, quanto da perspectiva decolonialista.

Resultados

Um total de 21 estudantes voluntários participaram da pesquisa, em sua maioria com 17 anos, etnicamente distribuídos segundo sua autodeclaração – 5 alunos se identificaram como brancos, 6 como negros, 10 como pardos, não havendo menção a etnias indígenas ou asiáticas – revelando a preponderância de pretos e pardos na pesquisa. O questionário foi elaborado com o objetivo de verificar a clareza e o entendimento do conteúdo de metodologia das ciências apresentado na HQ, que buscou determinar a compreensão dos voluntários sobre as etapas presentes na narrativa, o impacto da [HQ produzida](#) no que se refere a representatividade racial, e as críticas a esse produto educacional.

A maioria dos alunos (20) disse ter conseguido perceber as etapas do método científico, no entanto, três responderam com um lacônico “sim”, tendo um respondido que não havia entendido. Dentre os 20 questionários, apenas 20% dos voluntários tiveram o cuidado de separar as etapas do método presente na história. Um voluntário sugeriu que o personagem descrevesse as etapas do método, para que a compreensão se tornasse mais fácil, crítica bem vinda, mas que, se empregada em toda a narrativa, perderia o sentido na mídia empregada. Qual seja, um modelo de descrição dos eventos narrados nesse meio possui características próprias que, ao transmitir o evento narrado, associam textos (transcrito nos balões) e imagens (as ilustrações) em um sistema de característica de interpretação lógica própria (EISNER, 1989) que é a apresentação do método dentro de uma narrativa e não apenas através de uma descrição. Muitos estudantes afirmaram ter entendido as etapas do método, passando em seguida a chamar a atenção para algumas características da HQ, como a pouca presença de negros na primeira parte da história e o incômodo pela discriminação sofrida por Diop. Esse fato foi mais aprofundado na discussão em grupo, quando os alunos se mostraram empolgados quando novamente questionados. Essa percepção foi estimulada pelos vídeos utilizados (*links* constam na introdução da HQ) para destacar que a ausência de representatividade de pretos e pardos funciona como um dos mecanismos de reprodução do racismo estrutural. A estrutura social brasileira é construída de forma que a cor, o status social e classe estejam intimamente ligados entre si (GUIMARÃES, 1999), bem como para justificar a ausência de pretos e pardos e determinados locais como decorrente da noção de mérito (MOREIRA, 2017), formando uma estrutura racista que, ao mesmo tempo em que nega a sua existência, justifica o lugar social de negros e pardos, a partir da narrativa inicial apresentada no vídeo sobre discriminação no mundo do trabalho, os alunos puderam perceber também no quadrinho a importância da representatividade.

Dessa forma, o aspecto de a HQ ser protagonizada por um cientista negro também foi destacada pela maioria dos voluntários (16), que reafirmaram a importância de se reconhecerem na narrativa apresentada. Tal afirmação ressoa em comentários como o de que foi muito importante se ver em um protagonista e como isso os faz bem e estimulados, reafirmando o lugar de não subalternidade de pretos e pardos. Outros chamaram a atenção para o ineditismo desse tipo de ocorrência. Entre os seis voluntários que responderam ser indiferente a etnia do personagem principal, dois responderam não ao questionamento, mas justificaram a resposta com uma descrição da importância do protagonismo negro, o que indica confusão quanto importância do protagonista ser negro. Dentre os quatro voluntários que responderam não perceberem relevância no protagonista ser negro e onde a justificativa era coerente com essa resposta, houve uma uniformidade de narrativas,

que vão ao encontro a concepção de pureza da ciência como apartada das relações humanas e conseqüentemente da cultura e dos preconceitos. Esse pensamento tem sua origem também no preconceito racial, uma vez que a própria noção de ciência está associada à cultura europeia, do colonizador, e que por sua vez nos foi imposta com a noção de universalização do particular, tido como única verdade possível e em consequência a negação de qualquer outra verdade, a partir de suas interpretações da realidade elaboradas em sua vivência comunitária na metrópole, estabelecida como único parâmetro para determinar o que é a civilização (FANON, 1968). Percepção fundante das relações étnico-raciais no Brasil, demonstra sua estruturação para alguns dos alunos demonstrando de forma clara a persistência do mito da igualdade racial, tão fortemente enraizado e que persistiu mesmo após a exibição dos vídeos, que precederam a apresentação da HQ. O desenvolvimento desse item se deu ainda mais durante as discussões em grupo, momento em que de forma mais efusiva alguns alunos demonstraram o quanto era “legal” ver a atuação de um negro como protagonista, o que foi descrito como motivo de orgulho. Nesse momento, ninguém se manifestou em defesa do mito da democracia racial, não se reproduzindo no debate público a defesa da neutralidade da ciência e da indiferença do protagonismo negro.

Em relação a possibilidade de melhorar a HQ, 11 estudantes não viram necessidade de mudanças. Dois consideraram o quadrinho muito complexo, externando a preocupação de que isso possa ser um empecilho para a leitura por outros indivíduos. Nesse ponto, podemos notar a reprodução do antigo preconceito que associa as HQs exclusivamente a histórias infantis. Narraram, ainda, a dificuldade de entender algumas palavras e a dificuldade de se localizar no contexto da história e em que momento ela se passa, apesar das indicações de locais e datas presentes. Alguns relataram também interesse por saber o final da história, pois alegaram não ter percebido isso. Outra narrativa recorrente refere-se ao interesse de conhecer mais sobre o personagem e o seu contexto social e político. Por fim, verificou-se que a utilização da narrativa gráfica como elemento de estímulo a compreensão de conceitos, corroborando Caruso e Silveira (2008), afirmando que essa mídia é um modo eficaz de ampliar o interesse por determinado assunto de uma forma mais leve, resultado encontrado tanto nas respostas ao questionário quanto durante as discussões em grupo.

Considerações Finais

Na leitura realizada pelos estudantes da HQ, elaborada segundo os parâmetros de influência cultural na pesquisa científica, onde a apresentação das etapas do método foi inserida e a decolonialidade e representatividade foram elementos do pano de fundo da narrativa, alguns desses elementos foram ignorados por um grupo em prol da defesa do mito da democracia racial e da neutralidade da ciência. Apesar de representarem minoria entre as críticas apresentadas, a manutenção desse pensamento é previsível e esperada, já que todo o desenvolvimento histórico das relações étnico-raciais no Brasil, bem como incorporação governamental do mito da democracia racial, tem efeitos até hoje em nossa sociedade, principalmente no momento político atual quando visões reacionárias da realidade se voltam contra o academicismo e a defesa da inexistência de racismo no país é apregoada pelo próprio Presidente da República. Nesse panorama, é reconfortante que tais apreciações não tenham aparecido como a maioria dos comentários. Dessa forma, além do papel da representatividade e da

necessária compreensão do método, necessário é que se atente para o fato de que torna-se fundamental os esforços por permitir que outras realidades sejam possíveis, e isso só será possível com a superação da monovisão da realidade eurocentrada, para que verdadeiramente todos os diversos aspectos da multicultural formação brasileira tenham espaço. Isso é fundamental não só para que se inicie a alteração das estruturas sociais como para a ampliação das dinâmicas de criação em nossa sociedade, uma vez que mais referências incutem novas ideias possíveis.

No que se refere ao uso da HQ, ficou evidenciado em ambas as interações seu uso para transmitir os conteúdos como sendo interessante, pela facilidade de entendimento e pela novidade da representatividade, apesar da já mencionada presença do mito da igualdade racial. Mostrar essa realidade de forma clara não se dará em termos imediatos e nem fáceis, mas fundamentalmente através de iniciativas que não só chamem a atenção para a ausência do protagonismo negro, como do lugar de privilégio imposto pelo eurocentrismo. A superação dos estereótipos raciais e a inserção de negros e negras na sociedade passa pela ampliação da representação e apresentação desses sujeitos em determinados espaços de protagonismo, de forma que gerações em formação possam ter seus horizontes de acessibilidade e busca ampliados. No entanto, a ampliação da representatividade, apesar de fator necessária à alteração da estrutura racista, está longe de ser suficiente. Tomando o modelo estadunidense como exemplo, podemos verificar que a ascensão social e econômica de alguns negros (representatividade) não foi suficiente para alterar as condições de degradação e preconceito impostas a essa população. Apenas, a superação do modelo colonialista de percepção do outro e de si, imposto tanto pelo currículo oficial que determina os conteúdos a serem transmitidos, quanto pelo currículo oculto que determina o proceder e a percepção do elemento étnico em nossas escolas, pode iniciar a alteração dessa estrutura historicamente construída e socialmente reforçada a partir da reprodução acrítica.

A escola como reprodutora e propagadora da estrutura hegemônica e da ideologia racista é ambiente propício ao início dessa mudança, e é nesse sentido que a HQ como produto educacional busca apresentar tanto a existência da metodologia de aquisição do conhecimento, quanto a importância da luta contra a opressão racial. Por fim, destacamos que alguns alunos que participaram como voluntários na aplicação da HQ, quando tiveram a oportunidade de selecionar patronos para o projeto de final de ano promovido pela escola, escolheram Diop, e sua bibliografia como referência.

Referências

APPLE, M. W. **Ideologia e currículo**. 3. 3d, Porto Alegre: Artmed, 2008

BRASIL. **Lei nº10.639, de 9 de janeiro de 2003**, Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Brasília. DF, 2003. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.639.htm>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

_____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**, Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília. DF, 1996. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 13 fev. 2020.

CARDOSO, A. E. **As Aventuras de Nhô-Quim & Caipora**: os primeiros quadrinhos brasileiros 1869-1883/ Angelo Agostini. Brasília/DF: Senado Federal, Conselho Editorial, 2002.

CARUSO, F.; SILVEIRA, C. Quadrinhos: uma proposta de releitura de saberes. In: **Encontro de Literatura Infantil e Juvenil– Leitura e Críticas**, 5., 2008.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. Porto Alegre: Penso, 2014.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**: princípios e práticas do lendário cartunista. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

FANON, F. **Os Condenados da Terra**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Civilização Brasileira. 1968.

GUIMARÃES, A. S. Racismo e anti-racismo no Brasil. São Paulo: Editora 34, 1999.

GROSGOUEL, R. (Org.). **Decolonialidade e pensamento afrodiaspórico**. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

MALDONADO-TORRES, N. Análise da colonialidade e da decolonialidade algumas dimensões básicas. In: BERNARDINO-COSTA, J.; MALDONADO-TORRES, N.;

MOREIRA, A. J. O que é discriminação. São Paulo: Letramento, 2017.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2017.

SCHWARCZ, L. M, Teorias raciais. In: **Dicionário da escravidão e liberdade**: 50 textos críticos / Lilia Moritz Schwarcz e Flávio dos Santos Gomes (Orgs.). São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

SILVA, T. T. **Documento de Identidade**: uma introdução as teorias do currículo. 3 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

STEPAN, N. L. Eugenia no Brasil, 1917-1940. In: HOCHMAN, G.; ARMUS, D. (Org.). **Cuidar, controlar, curar**: ensaios históricos sobre saúde e doença na América Latina e Caribe. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2004.

HISTÓRIA DE VIDA E CONSTITUIÇÃO DOS SUJEITOS: OS ALUNOS EM SITUAÇÃO DE DEFICIÊNCIA E A ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS, EXATAS E TECNOLÓGICAS

LIFE HISTORY AND CONSTITUTION OF SUBJECTS: STUDENTS IN SITUATION OF DISABILITIES AND THE AREA OF NATURAL, EXACT AND TECHNOLOGICAL SCIENCES

Danielle Santos¹, Carolina Souza², Márton Pessanha³

¹UFSCar/santos.danirita@yahoo.com.br

²UFSCar/Departamento de Metodologia de Ensino/ carolinasouza@ufscar.br

³UFSCar/Departamento de Metodologia de Ensino/ marlonpessanha@yahoo.com.br

Resumo

Os cursos ligados à área de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas são parte de um campo com um perfil semelhante, em que há uma presença majoritariamente masculina, sem deficiências e branca, resultando num espaço de pouco diálogo com a diferença e a diversidade. Este trabalho, fruto de uma dissertação de mestrado, buscou dar visibilidade a histórias de vidas de estudantes em situação de deficiência, que optaram por uma carreira na área de Ciências Naturais, Exatas ou Tecnológicas, visando identificar possíveis meandros, contextos e fatores relacionados às histórias de vidas desses jovens universitários e as opções pelo ensino superior. Para isso, consideramos a conceitualização de deficiência da sociologia da deficiência, em especial sob a ótica de Foucault, e pesquisas relacionadas com a escolha da carreira, o ensino superior e a educação em Ciências. No desenvolvimento do trabalho, realizamos entrevistas episódicas das trajetórias de vida dos participantes, que foram analisadas de forma compreensiva-interpretativa. A pesquisa realizada possibilitou embarcar nas narrativas e levantar olhares para a formação de processos disciplinares e dispositivos existentes nas diferentes instituições, assim como normas e processos que não dependerão da situação de deficiência das pessoas.

Palavras-chave: Histórias de vida; situação de deficiência; áreas de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas.

Abstract

The courses of the area of Natural, Exact and Technological Sciences are part of a field that dialogues in a very similar profile, with a predominantly male presence, without disabilities and white, resulting in a space of little dialogue with difference and diversity. In this work, that is that is a result of a master's thesis, we seek to give visibility to the stories of the lives of students with disabilities, who opted for a career in area of Natural, Exact or Technological Sciences. For this, we consider the conceptualization of disability in the sociology of disability, especially from the perspective of Foucault, and research related to career choice, higher education and science education. In the development of the work, we conducted episodic interviews of the participants' life trajectories, which were analyzed in a

comprehensive-interpretative way. The research carried out made it possible to embark into the narratives and to look at the formation of disciplinary processes and devices existing in different institutions, as well as norms and processes that will not depend on people's situation of disability.

Keywords: Life history; situation of disabilities; Natural, Exact and Technological Sciences.

Introdução

O Ensino Superior pode ser um espaço diverso, fruto do encontro de pessoas de diferentes origens, múltiplas crenças e costumes. Tal diversidade, contudo, tende a ser homogeneizada por processos educativos, que assumem linhas de normalidade que devem ser questionadas. A área de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas apresenta desafios a serem pensados e problematizados, no que diz respeito aos sujeitos que fazem parte da mesma e principalmente, dos que deixam de fazer parte, impossibilitando o diálogo com maior pluralidade de visões e questionamentos de mundo. Os cursos relacionados a essas áreas têm, por tradição, reunido estudantes, majoritariamente masculinos, brancos, heterossexuais e visivelmente, em não condição de deficiência.

As universidades públicas, de maneira geral, motivadas por mudanças sociais e devido às recentes alterações na legislação, têm estabelecido um compromisso com a temática da diversidade e a inclusão, como por exemplo, pelas políticas de ações afirmativas envolvendo o acesso e permanência de Pessoas com Deficiência (PcD) no Ensino Superior.

O trabalho tem como objetivo dar visibilidade às histórias de estudantes, em situação de deficiência, que optaram por cursos da área de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas, tradicionalmente, com baixa representatividade desse perfil de estudante. A pesquisa aqui apresentada é o recorte de uma dissertação de mestrado, em que são apresentadas as histórias de vida de dois estudantes e seus interesses pela área de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas, perspectivas e expectativas futuras. Nesse processo, procurou-se compreender como esses estudantes dialogam com as suas áreas de formação, Ciência da Computação e Ciências Biológicas, e as relações com o ensino de física na graduação e na educação básica. Elementos sobre a escolha da carreira e dos processos de vivências na área também são destaques nessa pesquisa.

Fundamentação teórica

Assuntos relacionados à deficiência e à diferença têm aparecido sob diferentes óticas e diferentes contextos nos últimos anos. Em específico, no âmbito da sociologia da deficiência, campo que se desenvolve a partir de discussões de natureza política, epistemológica e legislativa, a deficiência é interpretada a partir do olhar sobre os meios e interações sociais em que ela emerge.

De modo geral, a sociologia da deficiência assume que a deficiência é produzida e mantida por um grupo social a partir do momento em que esse grupo interpreta e trata como desvantagens certas diferenças apresentadas por determinadas pessoas. Neste sentido, Omote (1994) afirma que, na discussão de normalidade e diferença, a deficiência não surge no indivíduo, devido as suas

características, mas se constitui na interação social entre os indivíduos, em função das reações às características. A deficiência, assim, em uma definição que assumimos em nosso trabalho, não é uma característica absoluta do sujeito, mas sim algo que se produz na relação entre os sujeitos nas situações no meio social.

As interpretações da sociologia da deficiência dialogam com estudos sobre doenças, estigmas, anormalidade, exploração, racismo, questões de gênero, entre outros. Um dos pilares da sociologia da deficiência, que contribuem com algumas dessas interpretações, e que serve de base para o nosso trabalho, é o pensamento de Foucault. Em especial, nas obras *Vigiar e Punir* (FOUCAULT, 1987) e *Os anormais* (FOUCAULT, 2001), o autor se concentra nas relações de poder, nas instituições que domesticam o corpo, na forma como o corpo é utilizado como objeto do poder; nos processos de disciplinarização e normalização dos corpos dentro dos diversos tipos de instituições.

Em nosso trabalho, além de utilizarmos algumas das ideias de Foucault, pelo contexto específico de pesquisa e considerando os objetivos de nosso estudo, também compõem o nosso marco teórico discussões sobre o ingresso e permanência no Ensino Superior, com foco nos cursos das áreas de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas, estudos sobre projetos de vida e a escolha da carreira (SANTOS, 2005; SANTANA; OLIVEIRA et al, 2009; ANDRADE; PAGAN, 2012, CUNHA et al, 2001) também fizeram parte dos referências teóricas para diálogo com as narrativas dos estudantes.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida em uma universidade pública federal, localizada no estado de São Paulo, e contou com a participação de alunos que ingressaram por reserva de vagas para Pessoas com Deficiência (PcD), em cursos ligados à área de ciências naturais, exatas e tecnológicas. Esses alunos foram convidados a participar da pesquisa através de contato via e-mail, obtido com apoio das secretarias dos cursos das áreas em questão. As entrevistas ocorreram em novembro de 2019.

Os participantes da pesquisa Beatriz e Carlos¹, respectivamente alunos dos cursos de Ciências Biológicas e Ciências da Computação, foram os estudantes que aceitaram a participar da pesquisa. Foram realizadas entrevistas episódicas (FLICK, 2002) e em sequência buscou-se analisá-las pautando-se na forma de análise compreensiva-interpretativa (SOUZA, 2014) das trajetórias de vida e o diálogo com os referências teóricas de análise. Como guia da entrevista narrativa foram utilizadas as perguntas: *Como foi sua infância, adolescência e vivência escolar (em relação a escola, os outros alunos e professores)? Como se deu sua escolha pela graduação que cursa? E quais são os seus planos para o futuro?*

Resultados e discussão

Com base no método de análise interpretativa-compreensiva foram realizadas as leituras e escutas das narrativas. No processo de leitura e pré-análise foram criados eixos norteadores de análise que se delinearão na medida em que as

1 Nomes fictícios.

experiências foram sendo narradas. Chegou-se a três eixos temáticos². Nesse recorte da pesquisa focaremos em dois deles.

Infância, adolescência e vida adulta e a situação de deficiência

Ao serem convidados a narrarem sobre a infância e a adolescência, os entrevistados, revelaram partes de seus percursos vividos em diversos contextos sociais, como por exemplo, nas vivências familiares, no espaço escolar e outros. Nos encontros e desencontros narrados é possível captar algumas “marcas” na constituição dessas pessoas. No que se refere à infância, foi possível identificar em ambos os estudantes, a evocação de uma não memória dessa fase da vida, ou talvez um não querer lembrar/falar da infância ou ainda uma memória de uma infância outra, não a que se associa tradicionalmente, vinculada a brincadeiras, brinquedos etc.

[...] aí descobriram que eu tinha paralisia cerebral. E daí, já foi um choque de cara assim pra família, e daí ele começou o tratamento, então tipo, eu não tenho muitas lembranças de quando eu era criança, assim, tá, quase nada. Mas pelas fotos que eu vejo, eu fiz inúmeras cirurgias desde que eu era criança. [...]E daí, com muita fisioterapia alongamentos de tendão, aí eu estico o braço, mas não estica o braço por completo. [...]]. (BEATRIZ)

Na minha infância eu não vejo tantos pontos específicos que seria bom de se comentar. Eu perdi o meu olho aos meus 2 anos de idade por um problema de saúde chamado retinoblastoma. E aos 3 anos de idade eu tive minha primeira prótese. Então, tipo, eu fui crescendo com uma criança normal, fazendo manutenção, trocando prótese etc.[...]. (CARLOS)

Pelas falas dos entrevistados, é provável que essas infâncias tenham sido marcadas pela construção de um corpo em situação de deficiência, o qual precisou se adequar às condições de normalização existentes, sejam na sociedade ou na medicina, sejam por meio de fisioterapias, cirurgias, próteses e outros meios. Foucault (1987) destaca o poder disciplinar na instituição médica e o poder da instituição familiar como parte fundamental do processo de “ver” o corpo e a deficiência e, principalmente em fazer esse corpo mais próximo do considerado normal.

Sobre o período da adolescência, Beatriz relata acontecimentos em sua vida, com destaque para seu corpo, convívio social e familiar. Nas narrativas é possível perceber uma relação ainda confusa com a situação de deficiência, que segundo a estudante, foi na universidade que passou a se “descobrir” na situação de deficiente.

Então, eu não me via como deficiente até entrar na faculdade. Porque meus pais nunca me trataram como um deficiente. [...] E daí, tipo, minha família também nunca tratou isso de forma, tipo não existe, né porque do ponto de vista da família tradicional, se você não fala, o problema não existe. (BEATRIZ)

Então tipo, só que até hoje meus pais não veem isso com bons olhos. [...] daí a gente tá no mercado, eu pego a fila preferencial e meu pai fala "O que você tá fazendo aí?", eu falo "Eu tenho direito de usar" aí ele fala "Ah não filha, vem pra cá", aí eu fico assim, "Tá bom né, quer pegar uma filona aí, fica". Aí a minha mãe já fala, se eu falo que não consigo fazer tal coisa, "Aí pára, você sabe que você consegue". (BEATRIZ)

² Eixos temáticos: Infância, adolescência e vida adulta e a situação de deficiência; Vivência escolar e a situação de deficiência; Escolha pela área de Ciências Naturais, Exatas ou Tecnológicas e o que vem em seguida.

Por não se ver como “deficiente”, em um primeiro momento poderíamos compreender que há um pensamento de não normalização ou percepção na intersubjetividade do que lhe é diferente. O que parece haver, contudo, é uma ocultação e negação da deficiência enquanto proteção dela pelos pais. A normalização enquanto “instrumento” que oculta a diferença é, assim, o que parece levar Beatriz a não se perceber e ser percebida como “deficiente”.

Carlos, mais discreto e resumido nas suas respostas, narra que durante a sua adolescência, seu pai o apoiou financeiramente na compra de peças para a montagem de seu computador. Também nos contou ter realizado um curso de montagem de micro quando tinha quinze anos. Ambos os relatos em suas narrativas, parecem estar associados a em cursar Ciência da Computação. A morte da mãe também foi narrada na entrevista.

Em 2013 minha mãe chegou a falecer, tanto que foi o motivo da minha depressão de 2014 até 2016. Tanto que hoje eu tenho vários problemas pra conseguir conversar com as pessoas. E... (pausa para uma tosse) isso também foi me incentivando a seguir uma carreira profissional porque eu pensava, meu pai, ele não vai conseguir me sustentar. (CARLOS)

Carlos destaca o momento de luto e como a perda da mãe foi decisiva para seguir uma carreira profissional, já que as condições financeiras do pai não seriam suficientes para sustentá-lo. Assim, Carlos se vê diante de uma decisão de buscar um emprego e começar a trabalhar ou iniciar os estudos em uma universidade, na busca por mais opções e melhores condições de trabalho.

Escolha pela área de ciências naturais, exatas ou tecnológicas e o que vem em seguida

No que se refere à entrada na universidade e à opção pelo curso de Ciências Biológicas, Beatriz apresenta um desejo inicial pela área, porém surgem nesse percurso, muitas dúvidas em se certificar se de fato esse curso seria um curso de sucesso que proporcionaria uma estabilidade financeira ou se de fato esse curso realmente era de seu desejo:

E daí eu sempre gostei muito de planta, eu nunca gostei muito de bicho, não sou muito fã de bicho, só que eu gostava muito de planta, eu gostava muito de ecossistema, de água e daí eu peguei, eu pensei “Nossa eu vou fazer Biologia, Ciências Biológicas”. E daí eu tinha um cunhado que tava para se formar biólogo há muitos anos, daí, porque ele não levava a faculdade a sério nem nada, então do ponto de vista do meu pai, biólogo era uma coisa ruim, não, era uma pessoa sem comprometimento, que usava muita droga. E daí, ele falava pra mim “Filha você tem certeza?”. Aí eu comecei né “Será que eu tenho certeza?” E daí eu fui fazer teste vocacional. Aí eu fui com um psicólogo fazer o teste vocacional e deu muita aptidão para a área de Ciências Biológicas, né. E daí surgiu a opção Biomedicina. Aí eu falei “Olha pai, surgiu essa opção”. Aí, nossa ele gostou muito né, medicina no nome. E daí tá bom, comecei a estudar para Biomedicina, fiz vestibular específico para Biomedicina, passei na UNIFESP, Biomedicina, que era Ciências Biológicas com modalidade médica. Só que aí eu comecei conversar com pessoas que eram Biomédicas e elas falaram pra mim “Biomedicina não é um trabalho bem reconhecido no Brasil”, por que o que o médico faz com mais credibilidade e um biólogo faz mais barato, é o que o biomédico faz. Então ela falou assim “A gente tem dificuldade de se inserir no mercado”, porque você fala para a pessoa “Ah, eu sou biomédico” a pessoa não conhece muito bem ainda a área e fala “Ah, mas você é médica?” “Não, eu sou Biomédica”. Ah, mas um médico é melhor assim, e o biólogo faz

mais barato, entendeu? Daí eu peguei e conversei sobre isso com meu pai e ele falou "Não, tudo bem". Aí eu vou tentar fazer biologia. Aí eu tentei, passei em biologia, aí no primeiro semestre eu apanhei bastante. (BEATRIZ)

E daí eu acho que foi assim grande parte, também de eu querer fazer biologia era por causa de uma professora que eu tinha no ensino médio. Que ela dava aula de biologia, ela era incrível, eu tenho o WhatsApp dela, a "S". E daí eu peguei e falava assim, tipo, ela sempre me incentivou muito a fazer e ela me disponibilizou materiais de aula dela, que ela dava para outras escolas, falou "Não, estuda por esse aí pra você saber mais, prender mais". E eu achava ela uma profissional incrível. (BEATRIZ)

Assim, a escolha da carreira, entendida aqui como um fator do projeto de vida, também pode ser influenciada pelos meios sociais e condições do indivíduo estando atrelada ao comportamento de um grupo social. Nesse sentido, de acordo com Santos (2005), a literatura apresenta que uma das maiores influências na hora da escolha é a família. Segundo Santana, Andrade e Pagan (2012) a influência do professor sobre a escolha da carreira aparece entre os principais fatores relacionados ao estudo, uma vez que, entre diversos professores ao longo da vida escolar, alguns acabam sendo mais presentes e participativos, principalmente pelo desenvolvimento de algumas atitudes, que de certo modo causam admiração e permitem fixar esses professores como exemplos importantes.

Ao relatar sobre o seu desenvolvimento no curso de Ciências Biológicas, Beatriz destaca dificuldades com algumas disciplinas, respectivas avaliações, reprovadas e o desejo de desistir:

Aí eu não sabia mais se eu queria fazer Biologia. Tirei meu primeiro zero da vida, na universidade, numa prova de física. Aí eu ligava para o meu pai chorando que eu não queria mais fazer faculdade, que eu queria ir embora, que eu queria voltar a ser criança, que criança não tinha responsabilidade nenhuma. Aí ele falava pra mim "Não filha, calma, se esforça", né. Aí eu tirei zero na P1, entrei na tutoria, estudei um monte, fui fazer a P2, tirei 1,5. Aí eu ligava pra ele e chorava mais ainda aí ele falava "Aí filha é normal reprovar, sabe as pessoas, acontece reprova". Ele já tinha começado a aceitar que eu ia reprovar. Mas eu passei nessa matéria, tirei 8 na P3 e 6,5 na sub e passei. (BEATRIZ)

E daí eu peguei, no meu primeiro ano eu tive três reprovadas, de cara assim, e daí tipo, já acabou com o sonho de ter a FAPESP, porque FAPESP só aceita até duas reprovadas e não pode ser as duas no mesmo semestre. E eu tive três em um semestre só. Aí, eu já falei "Já não vou conseguir uma bolsa de iniciação científica", sabe, como se o mundo tivesse acabado. (BEATRIZ)

O vivido e narrado por Beatriz é bastante comum entre os demais estudantes. Há um índice grande de reprova ou notas abaixo da média, na disciplina de Física, ofertada em outros cursos, como Ciências Biológicas por exemplo. Esse pode ser apontado como uma das causas do número de evasão, nesses cursos.

Segundo Cunha et al (2001) que realiza um estudo sobre a evasão do curso de química da universidade de Brasília, um dos dados levantados sobre o perfil dos alunos evadidos evidencia duas situações de históricos escolares: uma com acompanhamento regular ao curso com menções médias e superiores nas disciplinas aprovadas e outra situação nitidamente identificada como problemática e irregular. A situação identificada como irregular apresenta reprovações recorrentes nas mesmas disciplinas (frequentemente em Cálculo 1 e 2, Física 1 e Física Experimental, Química Inorgânica e Química Fundamental, Química Fundamental

Experimental, Físico-Química, para citar algumas); com trancamentos constantes para diferentes disciplinas ou o abandono de outras.

As dúvidas sobre a vivência universitária e as opções de carreira, também se fazem presentes para Beatriz, que narra em sua entrevista, seus percursos, escolhas e cobranças:

Só que daí, eu peguei e entrei na bateria no ano passado, ah eu falei "Eu gosto da bateria, vou ficar na bateria", e fez um ano que eu estou na bateria. Aí, eu tava meio assim, não tô fazendo nada no meu curso, né, não tô fazendo nada na minha área, eu vou ficar para trás. E daí eu estou prestando processo seletivo agora, pra uma parte de um projeto de produção, eu acho super legal, eles também estão trabalhando com um viés de pessoas com deficiência, sabe a ANAC? Agência Nacional de Aviação Civil. Eles querem construir um aeroporto com, tipo, acessibilidade ideal. E aí eu tô prestando o processo seletivo e passei para a segunda fase, estou desenvolvendo o meu projeto agora que tem que enviar ele até dia 30. Aí eu peguei também, tô conhecendo os laboratórios lá da Bio. Aí, então, esse ano, no final do ano eu vou sair da bateria. (BEATRIZ)

Carlos, ao mencionar sobre a escolha pelo curso de graduação, associa a gostos e vivências na infância e ao status profissional da carreira e sua possibilidade de rentabilidade.

[...] eu sempre assim, gostei de tecnologias em si. Durante a minha infância eu gostava muito de videogames e etc. E aí eu fui crescendo e eu nunca perdi o gosto e eu jogava outros jogos com meus amigos e etc. E eu simplesmente vim prá cá com a ideia de que "ah eu quero entender melhor como máquinas funcionam" e eu quero entender e conseguir fazer uma ou algum protótipo, robôs e sistemas autônomos. Tanto que como eu disse, se eu for fazer uma IC eu quero mais focar na parte de hardware e HC. (CARLOS)

*[...] Então eu preciso ou arranjar um emprego ou estudar pra eu ter um o ensino superior e conseguir manter estável, financeiramente falando. **Tanto que eu escolhi a parte de exatas exatamente por causa dessa parte financeira** - grifo nosso. (CARLOS, "grifos nossos")*

Em estudo realizado por Oliveira et al (2009), a informação prévia sobre a carreira e o status profissional aparecem como fatores de influência. Alguns dos jovens entrevistados na pesquisa procuraram informações sobre a carreira conversando com pessoas que já estudavam ou atuavam na área pretendida, em relação aos que procuram a profissão por status, de acordo com Oliveira et al (2009), a escolha foi feita unicamente se baseando no mercado de trabalho, sem necessariamente se preocupar com a satisfação profissional.

Embora Carlos resgate suas vivências e gostos de infância para justificar suas escolhas, parece que a opção de carreira, pela área de ciências exatas e tecnológica se deu pelo seu contexto social, familiar e econômico regulado pelos fatores psicológicos e as autorreflexões. Em seu relato, Carlos destaca que pretende fazer uma iniciação científica como parte do seu projeto de vida acadêmico e não menciona estar envolvido em outras atividades extracurriculares.

Considerações finais

A pesquisa possibilitou evidenciar um pouco do sentido formativo e autoformativo de todo um período de vivências, contido nos relatos das trajetórias que antecedem a universidade e o cursar a área de Ciências Naturais, Exatas ou

Tecnológicas. Nesse período é possível perceber nas narrativas, movimentos singulares de aprendizagens e a relação de conhecimento de si. A partir das entrevistas foi possível perceber que a narrativa dos entrevistados foi mudando a relação com sua situação de deficiência, conforme esses corpos foram crescendo. É possível perceber infâncias fortemente marcadas por um corpo em correção, devido às normas das quais eles não se enquadram, e conforme esses estudantes vão crescendo, se aproximam do momento da escolha da carreira, os discursos que aparecem se assemelham muito ao de corpos em não situação de deficiência, matriculados em cursos das áreas de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas. Essa semelhança é verificada nos relatos sobre a escolha pela carreira, os elementos destacados pelos entrevistados ao falar sobre a vida universitária nos cursos, entre outros. As narrativas revelam como as pessoas em situação de deficiência também estão incluídas na produção de desejo imposta pelo sistema capitalista. Pode-se pensar que o desejo está sendo produzido a todo o momento e eles, assim como os demais estudantes que dificilmente são caracterizadas como possuindo alguma deficiência, estão sendo capturados e normatizados.

O estudo reforça nas narrativas dos estudantes em situação de deficiência, entraves no que diz respeito ao processo formativo nos cursos das áreas de Ciências Naturais, Exatas e Tecnológicas. A pesquisa possibilitou conhecer as narrativas e levantar olhares para a formação de processos disciplinares existentes em diferentes instituições, assim como normas e processos que não dependerão da condição de deficiência das pessoas. As normas existem na fabricação de desejos em todos os tipos de corpos.

Referências

- CUNHA, A. M.; TUNES, E.; SILVA, R. R. Evasão do curso de Química da Universidade Brasília: a interpretação do aluno evadido, 2001.
- FOUCAULT, M. Vigiar e punir: nascimento da prisão. 35 ed. Petrópolis: Vozes, 1987.
- FOUCAULT, M. Os anormais. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- FLICK, U. Entrevista episódica. In: BAUER M. W.; GASKELL, G. (Orgs.), *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes, 2002, p. 114-136.
- OLIVEIRA, W. A; SILVA, J. L; SILVA NETO, W. M. F. A escolha Profissional na Adolescência: Motivações e Apontamentos para a Atuação em Psicopedagogia. In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, Curitiba, 2009, p. 9297-9311.
- OMOTE, S. Deficiência e Não-Deficiência: Recortes do Mesmo Tecido. Revista Brasileira de Educação Especial, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 65-73, 1994.
- SANTANA, A.M; ANDRADE, J.G; PAGAN, A.A. Motivos de escolha do curso, influência familiar e de amigos nas perspectivas de futuro docente para licenciandos de ciências biológicas da UFS Campus Prof. Alberto de Carvalho. In: VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade” São Cristovão SE, 2012.
- SANTOS, L. M. M. O papel da família e dos pares na escolha profissional. Psicologia Estudantil, Maringá, v. 10, n. 1, abr. 2005.
- SOUZA E. C. Diálogos cruzados sobre pesquisa (auto)biográfica: análise compreensiva-interpretativa e política de sentido. Educação Santa Maria, v. 39, n. 1, jan./abr., p. 39-50, 2014.

ENSINO DE FÍSICA E INCLUSÃO DO ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL - UMA DUPLA INDISSOCIÁVEL

PHYSICS TEACHING AND INCLUSION OF THE STUDENT WITH VISUALLY DISABILITIES - AN INDEPENDENT DOUBLE

Thais Cristina dos Santos ¹, Camila Tonezer ²

¹Universidade Federal do Paraná/ Curso de Licenciatura em Ciências Exatas – Física, thaiscrisblanger@gmail.com

²Universidade Federal do Paraná/ Departamento de Engenharias e Exatas, ctonezer@ufpr.br

Resumo

O presente trabalho apresenta uma pesquisa a fim de propor inclusão nas aulas de Física. Diante do fato de termos um aluno com deficiência visual no ensino médio na rede pública de ensino, através de observações na turma do estudante, notou-se que não há inclusão, o aluno está apenas inserido no meio escolar. Tendo experiência no ensino de ciências exatas para pessoas com deficiência visual, através de projetos realizados na Universidade Federal do Paraná, setor Palotina, propomos o ensino da disciplina buscando a inclusão, sendo o nosso desafio: como efetivar a inclusão através das aulas ministradas partindo da realidade e concepções dos alunos? Para isso foi necessário realizar entrevistas com os alunos, a fim de verificar as concepções existentes na turma e realizar uma revisão de literatura, buscando atividades de Física desenvolvidas que promovessem a inclusão. Objetivando oferecer o ensino de forma inclusiva, analisar e verificar os benefícios que a inclusão proporciona para a aprendizagem de uma turma. Após a análise das entrevistas feitas aos alunos, foram preparadas intervenções a fim de promover a inclusão na turma, com respaldo na revisão da literatura com práticas que efetivaram a inclusão. Conclui-se que para a promoção da inclusão do deficiente visual no ensino de Física é necessário abandonar velhos preceitos e apropriar-se dos demais órgãos do sentido para que alcancemos a “educação para todos” almejada.

Palavras-chave: Inclusão, ensino de Física, deficiência visual, interação.

Abstract

This work presents a research in order to propose inclusion in Physics classes. Given the fact that we have a visually impaired student in high school in the state school system, through observations in the student's class, it was observed that there is no inclusion, the student is only inserted in the school environment. Having experience in teaching exact sciences to people with visual impairment, through projects carried out at the Federal University of Paraná, Palotina sector, we propose teaching the discipline seeking inclusion, our challenge being: how to effect inclusion through classes taught starting from reality and conceptions of students? For this, it was necessary to conduct interviews with students in order to verify the existing concepts in the class and conduct a literature review, looking for developed Physics activities that promote inclusion. Aiming to offer teaching in an inclusive way, analyze and verify the benefits that inclusion drives for the learning of a class. After analyzing the interviews made with the students, interventions were prepared in order to

promote inclusion in the class, supported by a literature review with practices that made the inclusion effective. We conclude that in order to promote the inclusion of the visually impaired in the teaching of Physics, it is necessary to abandon old precepts and take ownership of the other organs of sense so that we achieve the desired “education for all”.

Keywords: Inclusion, Physics teaching, visual impairment, interaction.

Introdução

A educação é um direito humano, garantido no artigo 26 da Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948, no comentário geral nº 13 do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais da ONU existem subsídios para a acessibilidade e adaptabilidade, afirmando que a educação precisa adaptar-se as necessidades de seus alunos e deve ser acessível a todos.

Na Constituição Federal de 1988, no artigo 206, inciso I afirma-se: “Igualdade de condições para o acesso e permanência na escola.” Diante disso e após a aprovação da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência pela Emenda Constitucional através do Decreto Legislativo nº 186/2008, assegura um sistema de educação inclusiva em todos os níveis de ensino, concedendo o acesso de alunos, público-alvo da educação especial, às classes comuns de ensino regular.

Porém, as práticas educacionais não foram reestruturadas, para a efetivação da inclusão, sendo apresentadas dificuldades em tornar a escola um espaço inclusivo, são ministradas aulas que focam apenas em alunos medianos, sendo esquecido que não temos uma homogeneidade de alunos, dificultando assim a aprendizagem dos mesmos.

Após conhecermos a realidade do ensino e da aprendizagem do indivíduo com deficiência visual por meio de um projeto que visa o ensino de ciências exatas para alunos não videntes na Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina e termos no município de Palotina um aluno cego no ensino médio na rede pública de ensino, durante o estágio curricular obrigatório observou-se que o mesmo está inserido no meio escolar. A fim de promover o ensino de Física de forma inclusiva, propomos uma análise da turma e posteriormente uma intervenção.

Hodiernamente a inclusão é um assunto importante quando discutimos a mesma no âmbito educacional e social. Partindo da realidade vivenciada pelos alunos por meio de questionário, temos como desafio: como efetivar a inclusão através da realidade e concepções dos alunos? Objetivando promover a inclusão do aluno com deficiência visual na intervenção a ser realizada. Sabendo que não basta inserir as pessoas no ensino regular é necessário possibilitar práticas que contribuem para a aprendizagem de todos os alunos.

Para isso, o trabalho desenvolvido contou com algumas etapas, sendo elas: observação das aulas, aplicação de questionário a fim de averiguar a realidade existente na turma, revisão da literatura para conhecer práticas que efetivaram a inclusão.

Definições sobre Deficiência Visual

Ao falarmos sobre deficiência visual precisamos levar em consideração que existem diferentes níveis, Figueiredo (2014, p. 45), apresenta um agrupamento organizado em três grupos das pessoas com os diferentes níveis de deficiência visual, sendo:

a) alta deficiência: sujeitos com cegueira congênita, sem nunca terem tido qualquer percepção de imagem; b) média deficiência: sujeitos com alguma percepção visual, mas não habilitados para a leitura e escrita no sistema comum; c) baixa deficiência: sujeitos com resíduo visual funcionalmente desenvolvido, conseguem ler e escrever no sistema comum de leitura e escrita.

Para construirmos uma sociedade inclusiva, precisamos cuidar com a expressão utilizada para designar a pessoa com deficiência, a utilização correta ajuda a superar algumas barreiras enfrentadas no momento de tornar a sociedade um espaço inclusivo. Os termos corretos para designar a pessoa que não enxerga é pessoa com deficiência visual ou o termo cego (NOGUEIRA, 2015).

Indissociabilidade entre Ensino de Física e Inclusão

O ensino e a aprendizagem são fundamentais para a construção do conhecimento, para que se tenha um ensino de qualidade é necessário conhecer a realidade do educando, conforme apresentado as expectativas em relação ao ensino por Freitas (2016, p.3) “O ensino visa estimular, dirigir, incentivar, impulsionar o processo de aprendizagem dos alunos.”

... a educação inclusiva deve ser entendida como uma tentativa a mais de atender as dificuldades de aprendizagem de qualquer aluno no sistema educacional e com um meio de assegurar que os alunos, que apresentam alguma deficiência, tenham os mesmos direitos que os outros...” (SANTOS, 2012, p. 25).

Segundo Hoppen e Barby:

“...a construção do conhecimento que se dá a partir das relações consigo mesmo e com o outro, transforma o sujeito não apenas em ativo, mas interativo. O aluno é o verdadeiro sujeito do processo educativo, e não o seu objeto”. (2007, p.10).

Para possibilitar a inclusão é necessário aulas nas quais as peculiaridades educacionais dos alunos com ou sem deficiência sejam atendidas, para tal é importante possibilitar diversas formas de interação entre os participantes das atividades, assim ocorre um maior convívio entre os alunos e viabiliza a troca de saberes entre os estudantes (CAMARGO, 2012).

É necessário considerar o formalismo exigido na Física, para isso ao ensinar determinado conteúdo o professor deve detalhar verbalmente equações, gráficos e todos os conteúdos descritos no quadro, sendo importante sempre que possível se aproveitar dos demais sentidos de todos os alunos. (BARBOSA - LIMA; CATARINO; TATO, 2016).

Metodologia

A presente pesquisa foi realizada em uma cidade da região oeste do Paraná, em uma turma de terceiro ano do ensino médio, da rede pública de ensino, sendo realizada com 21 alunos, dos quais 20 são videntes e 1 é não vidente.

Neste trabalho, a fim de examinar a relação entre o aluno público-alvo da educação especial com os demais membros da comunidade escolar e as concepções dos estudantes da turma sobre a inclusão, foram realizadas duas entrevistas fechadas, sendo uma para os alunos videntes e outra para o aluno não vidente.

Ressaltamos que durante a realização da pesquisa, primeiramente houve observação da turma para a verificação da interação entre os alunos. Após houve uma intervenção para a aplicação de ambos questionários (para alunos videntes e não vidente), a fim de verificar as convicções dos alunos e promover a inclusão.

Para continuar o desenvolvimento do conteúdo visto pela turma, nesta mesma intervenção realizamos uma atividade com os alunos utilizando o Gerador Eletrostático disponibilizado pelo laboratório de ensino da universidade. Sendo trabalhado a eletrização por contato e a eletrização por indução, depois trabalhamos com a garrafa de Leyden (carga e descarga), foram convidados alguns voluntários para “espeter” os cabelos no gerador.

Ao término da aula todos os alunos foram convidados a fazer um círculo de mãos dadas, para um choque coletivo. Em todas as práticas contamos com a participação de todos os alunos (videntes e não vidente), sendo possível os esclarecimentos sobre os processos de eletrização.

A entrevista feita para o aluno com deficiência visual continha quatro questões, sendo todas discursivas. Encontra-se na tabela 1 as perguntas realizadas, as mesmas objetivavam averiguar se o aluno perdeu a visão no decorrer da vida ou nasceu sem enxergar. Conhecer as dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelo aluno. Descobrir como é a interação da turma, tendo conhecimento que uma turma com uma boa relação favorece a promoção da inclusão. Verificar a concepção de inclusão do aluno e descobrir se o mesmo acredita que a inclusão é possível.

TABELA 1 – QUESTIONÁRIO PARA ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL

-
1. Perfil: Qual é a causa da deficiência visual? Há quanto tempo?
 2. Como você percebe o seu processo de aprendizagem? Quais são suas dificuldades?
 3. Como ocorre a interação da sua turma? O que você acredita que pode ser feito para melhorar essa interação?
 4. Você acredita que a inclusão é possível? Qual a sua concepção sobre a inclusão? Explique.
-

Fonte: As autoras (2020).

A entrevista feita aos 20 alunos videntes continha três questões, sendo que duas eram objetivas e uma discursiva.

Na tabela 2 encontram-se as perguntas realizadas para os alunos videntes, sendo o objetivo das perguntas: investigar como os alunos analisam sua própria relação com os demais colegas de classe, tendo conhecimento que um ambiente onde os membros possuem uma boa interação é favorável para o processo de ensino e aprendizagem. Descobrir as percepções de inclusão de um colega, tendo conhecimento que na turma ocorre exclusão. Analisar as concepções dos alunos

sobre inclusão. Tendo em vista que para que a inclusão seja efetivada precisamos conhecer e trabalhar sobre as convicções dos mesmos.

TABELA 2 – QUESTIONÁRIO PARA ALUNOS VIDENTES

-
1. Como ocorre a interação de sua turma?
() A interação da turma é boa.
() A interação da turma não é muito boa, também não é muito ruim.
() A interação da turma não é boa.
 2. O que você pode fazer para que seu colega se sinta incluso?
() Ser amigo dele e ajudá-lo com as dificuldades.
() Tentar ajudá-lo, porém não sei como.
() Outra
 3. Você acredita que a inclusão é possível? Qual sua concepção sobre inclusão?
-

Fonte: As autoras (2020).

Após, realizamos uma dinâmica, na qual os alunos videntes foram vendados e tiveram contato com representações tridimensionais e de alto-relevo das cargas elétricas, campo elétrico e o modelo de atração e repulsão. Sendo o objetivo da realização da dinâmica a compreensão dos conteúdos acerca de eletrostática, promover o pensamento empático e a conscientização sobre o colega com deficiência visual.

Após as respostas dos questionários realizamos uma análise das mesmas para planejar a aula de modo a promover a inclusão, tendo conhecimento da realidade existente nesta turma e as concepções dos alunos ali inseridos.

Análise dos dados: Respostas dos questionários

Os questionários foram respondidos por 21 alunos, dos quais 1 é deficiente visual e 20 são videntes. As respostas dos questionários encontram-se a seguir.

Na entrevista fechada realizada com o aluno não vidente, o mesmo foi questionado a causa da deficiência visual e a quanto tempo o aluno não enxerga, o mesmo nos contou que perdeu a visão aos 3 anos de idade, devido a um glaucoma. Por meio desta resposta, Borges e colaboradores (2018, p.5) afirmam: “Considera-se deficiência visual congênita aquela decorrente de doenças congênitas ou hereditárias que se desenvolvem até os 5 anos de idade.”, sabemos que o aluno se classifica como cego congênito e que não possui memória visual, necessitando de mais informações sobre imagens, conforme apresentado por Borges e colaboradores (2018, p.5) “as crianças que possuem deficiência visual congênita demandam necessidades educacionais diferentes das que possuem deficiência visual adquirida”.

Após foi questionado como o aluno com deficiência visual percebe o seu processo de aprendizagem e quais são as dificuldades que ele enfrenta, sendo o enfoque as aulas de Física, o mesmo respondeu: “Não tenho muita facilidade, muitas vezes a professora faz as atividades no quadro e eu preciso imaginar o que está acontecendo”.

Camargo (2012) apresenta que para que ocorra a inclusão os professores devem planejar aulas e atividades que contemplem todos os alunos, com e sem deficiência, atendendo as particularidades educacionais dos mesmos. Torres e Santos (2015) expõe que para estudantes cegos, o meio de adquirir informações são os demais órgãos do sentido, sendo importante a utilização de material tátil, para que esse alcance o conhecimento através do toque.

Na questão que perguntamos aos alunos videntes o que fazer para que o colega se sinta incluído, os mesmos responderam:

GRÁFICO 1 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE O QUE PODE SER FEITO PARA QUE O COLEGA SE SINTA INCLUÍDO



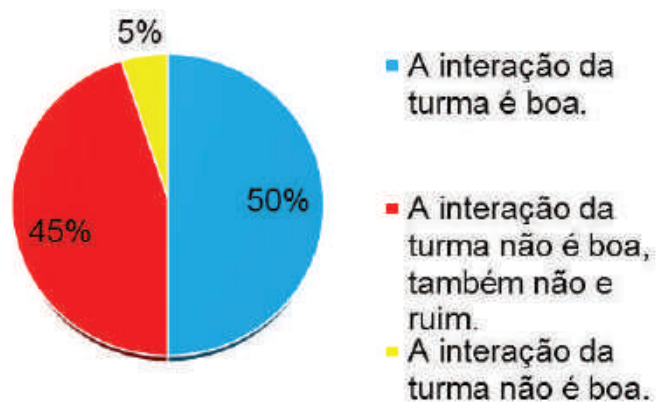
Fonte: As autoras (2020).

Por meio do gráfico 1, podemos observar que onze dos vinte alunos entrevistados possuem a concepção que para que o colega se sinta incluído é necessário ser amigo dele, oito alunos consideram que deve tentar ajudá-lo, porém não sabe como e um aluno marcou a opção outra, respondendo que: “deve tentar ajuda-lo com às dificuldades.”

Percebemos que todas as respostas dos alunos estão relacionadas em ser amigo da pessoa e tentar ajudá-la. Segundo Borges (2016) a interação com os colegas feita em sala de aula auxilia na efetivação da inclusão, existindo como barreira apenas ausência de adaptação necessária para que a sala se torne um espaço inclusivo. Mantoan (2003, p. 35) afirma que por meio da educação inclusiva todos os alunos têm a oportunidade de aprender e conviver junto, sendo as escolas espaços educativos em que: “ensinam-se os alunos a valorizar a diferença pela convivência com seus pares”.

Fizemos uma questão igual para todos os alunos (videntes e não videntes), na qual questionamos como ocorre a interação da turma e o que pode ser feito para que essa interação seja melhorada.

GRÁFICO 2 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE COMO OCORRE A INTERAÇÃO NA TURMA



Fonte: As autoras (2020).

Podemos observar que dez alunos consideram a interação da turma boa, que nove alunos consideram que a interação da turma não é boa, porém isso não os

incomoda e um aluno considera que a interação da turma não é boa, o aluno com deficiência visual respondeu que a interação da turma é “normal, não precisa melhorar em nada”.

Borges (2016) aponta que é importante para o desenvolvimento cognitivo e para a aprendizagem uma boa interação entre os indivíduos do meio, sendo fundamental um convívio em que existe companheirismo entre os estudantes.

A última questão de ambas entrevistas questionou as concepções dos alunos relacionadas a inclusão. Nesta questão selecionamos algumas respostas, tentamos selecionar as respostas das mais variadas.

TABELA 3 – RELAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE INCLUSÃO

Aluno 01	“Sim, todos tem dificuldades por isso todos tem que ajudar uns aos outros para alcançar seus objetivos.”
Aluno 02	“Sim, a inclusão é algo indispensável. É necessário cada um fazer a sua parte que isso venha acontecer.”
Aluno 03	“Sim, a inclusão não somente é possível, como é necessária, cabe a nós fazermos a diferença no ambiente em que estamos.”
Aluno 04	“Acredito que sim, caso haja comprometimento e empatia com os envolvidos.”

FONTE: As Autoras (2020).

Através das respostas transcritas na tabela 3 podemos perceber que os alunos acreditam que a inclusão é possível, sendo importante cada um fazer a sua parte, ter comprometimento e empatia para alcançarmos uma educação inclusiva.

Considerações finais e aulas de Física inclusivas

A presente pesquisa possibilitou analisar as concepções dos estudantes do ensino médio. Por meio das respostas do questionário verificamos que a turma considera a inclusão importante e necessária, facilitando assim a nossa intervenção. Possibilitando assim a empatia, através da experiência de se colocar no lugar do colega, a autonomia, o pensamento crítico e conhecimento sobre os fenômenos físicos.

Através da presente pesquisa conseguimos alcançar o objetivo verificando as concepções dos estudantes e descobrindo meios de promover a inclusão do aluno com deficiência visual nas aulas de Física, através da utilização de materiais táteis, detalhar verbalmente os conteúdos transcritos no quadro e sempre que possível promover interação entre os alunos, promovendo o desenvolvimento cognitivo.

A execução da inclusão e a mudança de padrão social é demorado e difícil, porém, precisamos de uma sociedade inclusiva, que respeita as diferenças, autônoma, cooperativa e empática, para tanto precisamos iniciar o desenvolvimento dentro da escola, sendo realizada com o apoio de professores e alunos.

Referências

BARBOSA-LIMA, M. da C. de A.; CATARINO, G. F. de C.; TATO, A. L. Reflexões sobre o Ensino de Física para Deficientes Visuais. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, 2016.

BORGES, T. C. B. **Deficiência Visual: Dificuldades e estratégias do professor no processo de inclusão escolar no Ensino Médio.** 195 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

BORGES, T. C. B.; SILVA, S. M. M. da.; CARVALHO, M. B. W. B de. Inclusão Escolar e Deficiência Visual: Dificuldades e estratégias do professor no ensino médio. **Revista Educação e Emancipação.** São Luís, v. 11, n. 2, Maio/Ago. 2018.

BRASIL. Constituição (1988), artigo nº 206. **Constituição:** República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL, Decreto nº 186, de 9 de julho 2008. Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, p. 1, 9 jul. 2008. Seção 1, pt. 1.

CAMARGO, E. P. de; **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física.** São Paulo: Editora Unesp, 2012.

FIGUEIREDO, J. R. M. Deficiência Visual. In: Figueiredo, J. R. M. **O presente pelo passado: variação verbal em narrativas de deficientes visual.** (Ed.). Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2014. p. 43-54.

FREITAS, S. R. P. C. de; **O Processo de Ensino e Aprendizagem: A Importância da Didática,** VIII Fórum Internacional de Pedagogia, Maranhão, 2016.

HOPPEN, M. F.; BARBY, A. A. de O. M. **Inclusão de Alunos com Dificuldades Educacionais Especiais na Escola Regular - Um Olhar Sobre a Diversidade.** Curitiba: SEED/SUED, 2007. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1040-4.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003. Coleção cotidiano escolar.

NOGUEIRA, S. M. I. **Educação Inclusiva.** FACIMED - Núcleo de Educação a Distância. 2015.

ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2018/10/DUDH.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

ONU. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Aplicación del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observaciones generales 13 (21º período de sesiones, 1999): **El derecho a la educación** (artículo 13 del Pacto). Disponível em: <<https://www.escr-net.org/es/recursos/observacion-general-no-13-derecho-educacion-articulo-13>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

SANTOS, E. de A. **Diferente é ser igual: a inclusão de crianças com deficiência no Ensino regular e as contribuições da família e do serviço social.** 68 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Faculdade de Serviços Sociais, 2012.

TORRES, J. P.; SANTOS, V.; Conhecendo a deficiência visual em seus aspectos legais, históricos e educacionais. **Educação,** Batatais, v. 5, n. 2, p. 33 - 52, 2015.

Linha 11

Equidade, inclusão,
diversidade e estudos
culturais e o
ensino de Física

Posters

Relações entre ensino de Física e temas como inclusão, gênero, relações étnico-raciais, religião e classe; educação do campo, indígena, quilombola e de outros grupos sociais específicos; políticas de ação afirmativa; direitos humanos.

DEFICIÊNCIA VISUAL E ENSINO DE FÍSICA: ESTUDO DE TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTOS CIENTÍFICOS NACIONAIS ENTRE 2013 E 2017

IMPAIRED PEOPLE AND PHYSICS TEACHING: ANALYSIS OF STUDIES PRESENTED AT NATIONAL SCIENTIFIC EVENTS FROM 2013 TO 2017

Estéfano Vizconde Veraszto¹, Maxiwillian Sant'Ana Polverini², José Tarcísio Franco de Camargo³, Eder Pires de Camargo⁴,

¹ Universidade Federal de São Carlos/Depto. de Ciências da Natureza, Matemática e Educação/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/estefanovv@ufscar.br

² Universidade Federal de São Carlos/Depto. de Ciências da Natureza, Matemática e Educação /maxiwillian_com@hotmail.com

³ Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal /jtfc@bol.com.br

⁴ UNESP/Departamento de Física e Química, Ilha Solteira, eder.camargo@unesp.br

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo na área do Ensino de Física para alunos público alvo da educação especial¹. O estudo teve como objetivo identificar, do ponto de vista didático, se os artigos científicos apresentados entre 2013 e 2017 nos eventos científicos nacionais de Ensino de Física (EPEF e SNEF) e de Ensino de Ciências (ENPEC) abordam o tema do ensino de física inclusivo para alunos com deficiência visual. Para atender esse objetivo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas atas e nos anais dos eventos, disponíveis on-line, utilizando como técnica a Análise de Conteúdo, mediante uma abordagem qualitativa. A categorização levou em consideração aportes teóricos da área para auxiliar na classificação de processos de ensino de física inclusivos para alunos com deficiência visual. Os resultados indicaram um valor muito abaixo comparado ao total de trabalhos. Concluímos que estudantes de licenciatura, professores da educação básica e pesquisadores no Ensino de Física devem rever suas práticas de ensino de modo a desenvolverem uma atividade educacional legitimamente inclusiva para estudantes cegos e com baixa visão.

Palavras-chave: ensino de física, educação inclusiva, deficiência visual.

Abstract

This paper presents a study in the area of Physics Teaching for students targeting Special Education. The study aimed to identify, from a didactic point of view, if the scientific articles presented between 2013 e 2017 in the national scientific events of Physics Teaching (EPEF and SNEF) and Science Teaching (ENPEC)

¹ Considera-se público-alvo da educação especial pessoas com deficiência (visual, auditiva, física e intelectual), com transtornos globais do desenvolvimento e com altas habilidades ou superdotação (BRASIL, 2014).

address the topic of inclusive physics education for visually impaired students. To achieve this goal, a bibliographic research was made in the proceedings of the events, available online, using as data analysis method the Content Analysis technique, through a qualitative approach. The categorization process took into account theoretical contributions from the area to assist in the classification of inclusive physics teaching processes for visually impaired students. The results indicated a value much lower compared to the amount of papers. We conclude that undergraduate students, primary school teachers and researchers in physics education should review their teaching practices in order to develop a real inclusive educational activity.

Keywords: physics teaching, inclusive education, visual disability.

Introdução

Este artigo mostra os resultados de uma pesquisa que buscou averiguar como estudos recentes têm proposto o ensino dos conteúdos da disciplina para pessoas com deficiência visual (DV)². Considerando que a presença de alunos com DV em salas de aula do ensino regular tem aumentado ao longo dos últimos anos, a presente investigação tomou como base artigos científicos publicados nos eventos científicos nacionais de Ensino de Física (EPEF e SNEF) e de Ensino de Ciências (ENPEC), no período compreendido entre 2013-2017, buscando identificar como os trabalhos tratam o Ensino de Física para pessoas com DV em uma perspectiva realmente inclusiva. Para Camargo (2017, p. 1):

A inclusão é um paradigma que se aplica aos mais variados espaços físicos e simbólicos. Os grupos de pessoas, nos contextos inclusivos, têm suas características idiossincráticas reconhecidas e valorizadas. Por isto, participam efetivamente. Segundo o referido paradigma, Identidade, diferença e diversidade representam vantagens sociais que favorecem o surgimento e estabelecimento de relações de solidariedade e colaboração. Nos contextos sociais inclusivos, tais grupos não são passivos, respondendo à sua mudança e agindo sobre ela. Assim, em relação dialética com o objeto sócio-cultural, transformam-no e são transformados por ele (CAMARGO, 2017, p. 1).

Tomando como ponto de partida artigos que desenvolvem e/ou aplicam propostas para diferentes processos de ensino-aprendizagem de conteúdos da física, o trabalho mostra elementos que dão subsídios teóricos para classificar uma prática de ensino como sendo realmente inclusiva, na perspectiva da DV.

Desenvolvimento teórico

O Censo Escolar de 2017 aponta um aumento substancial de matrículas na educação básica de alunos, entre de 4 a 17 anos, com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades. Foi constatado também aumento de matrículas de alunos com necessidades educacionais especiais (NEE) dessa

² É considerada cega toda pessoa cuja acuidade visual, no melhor olho, e com a melhor correção óptica, é menor que 20/400 (0,05). É considerada com baixa visão toda pessoa cuja acuidade visual, no melhor olho, e com a melhor correção óptica, é menor que 20/70 (0,3) e maior que 20/400 (0,05), ou ainda, os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores ((BRASIL, 2004).

faixa etária, passando de 85,5%, em 2013, para 90,9%, em 2017 (BRASIL, 2018). Além disso, o Censo Demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o qual indica que 23,9% da população brasileira possui algum tipo de deficiência, ou seja 45,6 milhões de pessoas. Das modalidades recenseadas (visual, auditiva, motora e mental ou intelectual) a deficiência visual apresentou a maior ocorrência, afetando 18,8% da população. São dados confiáveis, mas que não apontam quantos desses indivíduos estão em idade escolar, ou se estão matriculados na educação básica ou superior.

De forma paralela, é sabido que há algum tempo a perda de interesse dos discentes pelas disciplinas de caráter científico tem preocupado professores e influenciado pesquisas acadêmicas no Brasil e ao redor do mundo (CARVALHO, SASSERON, 2018). A falta de motivação para se estudar conteúdos de física parece aumentar na medida que o aluno adentra o Ensino Médio. Muitas vezes, isso pode ser reflexo de um trabalho desenvolvido há décadas, onde a física (e as demais ciências da natureza) é tratada de forma alheia à realidade do aluno (CACHAPUZ, et. al., 2005). Temos consciência que ensinar física não é tarefa fácil. E, dentro desse contexto, ensinar física para o estudante com deficiência visual (DV) torna-se ainda mais desafiador, já que, além das costumeiras dificuldades, esse aluno geralmente se depara com conteúdos transmitidos com forte apelo visual. Na busca por representar conceitos e fenômenos, seja a partir do uso de giz, lousa, recursos digitais ou livros didáticos, docentes buscam apoio em gráficos, diagramas, símbolos, fórmulas matemáticas, desenhos, imagens, entre outros, inacessíveis para o aluno com DV (CAMARGO, 2012, 2016; VERASZTO et. al., 2018a, 2018b).

Metodologia

Este trabalho, de abordagem qualitativa, utiliza pressupostos de pesquisa exploratória e bibliográfica. Com o intuito avaliar a produção mais recente acerca do ensino de Física para DV em caráter nacional, optou-se por analisar os trabalhos apresentados em eventos científicos nacionais de Ensino de Física e de Ensino de Ciências, no período compreendido entre 2013-2017. A escolha dos eventos se deu em função da importância que têm para a área. Assim, os trabalhos analisados foram selecionados a partir dos anais, disponíveis em formato online: as edições de 2014 e 2016 do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XV EPEF e XVI EPEF); as edições de 2013, 2015 e 2017 do Simpósio Nacional de Ensino de Física (XX SNEF, XXI SNEF e XXII SNEF) e as edições de 2013m 2015 e 2017 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC, X ENPEC XI ENPEC). O levantamento foi realizado manualmente, sem utilização de campos de busca, de modo a não restringir a pesquisa somente pela utilização de palavras-chaves pré-determinadas. Assim, houve a preocupação em verificar a clareza, a partir de leitura inicial, do título, do resumo e das palavras-chaves. Nessa triagem inicial foram separados 74 artigos, conforme a tabela 1 mostra a distribuição por eventos.

Tabela 1 - Trabalhos encontrados dentro da temática. Fonte: elaborado pelos autores.

Evento	EPEF		SNEF			ENPEC			
	Ano	2014	2016	2013	2015	2017	2013	2015	2017
Nº de trabalhos		4	3	10	8	22	8	11	8

Foram utilizadas técnicas de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) para análise dos artigos. Inicialmente a análise foi organizada a partir de uma leitura flutuante do corpus constituído. O material foi explorado, buscando os primeiros agrupamentos por semelhanças. A partir de então, foram empregadas técnicas de

codificação realizada com base na fundamentação teórica e com o intuito de transformar dados brutos segundo escolhas das unidades. Somente a partir desse ponto se deu o processo de categorização, onde o corpus finalmente foi agrupado por diferenciação em torno das similaridades. Por fim, realizamos a inferência e interpretação dos resultados, discutindo as categorias encontradas (BARDIN, 2011).

Análise dos dados

Após a leitura dos artigos científicos foi constatado que vários trabalhos abordavam diferentes processos de ensino-aprendizagem de Física para alunos com DV: concepções espontâneas de licenciandos, situações enfrentadas por licenciandos com DV na universidade; investigações baseadas em conferir a qualidade das escolas e professores diante da realidade da educação inclusiva de alunos com DV. Considerando essa diversidade, a delimitação da análise centrou esforços e trabalhos relacionados especificamente com o ensino. Assim, o corpus da pesquisa foi formado por 38 trabalhos, distribuídos conforme tabela 2.

Tabela 2 - Corpus de pesquisa. Fonte: elaborado pelos autores.

Evento	EPEF		SNEF			ENPEC		
Ano	2014	2016	2013	2015	2017	2013	2015	2017
Nº de trabalhos	2	0	9	5	11	3	4	4

Definido o *corpus* da pesquisa, nomearam-se os artigos com a primeira inicial do nome do evento científico (com exceção do EPEF, onde foram usadas as duas letras iniciais) com o respectivo ano de ocorrência na sequência. Exemplo: um artigo apresentado no SNEF de 2013 ficou classificado como S13. Para diferenciar os artigos em um mesmo evento de determinado ano, utilizaram-se os numerais cardinais (S13-1, S13-2, S13-3, etc.). A partir da leitura minuciosa de cada trabalho, três categorias sugeriram, conforme resumo apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Categorias e subcategorias de análise. Fonte: elaborado pelos autores.

Categoria		Subcategoria	
C1	Participantes da Atividade Educacional	C1.1	Alunos são apenas alunos
		C1.2	Alunos com deficiência visual
C2	Participação Efetiva	C.2.1	Autonomia
		C.2.2	Interação social/Comunicação interpessoal
C3	Recursos de Acesso	C3.1	Multissensoriais
		C3.2	Não visuais

Antes de apresentar resultados e discussões para cada categoria e subcategoria, apresentamos uma síntese geral de como os trabalhos foram distribuídos por categoria (tabela 4). Uma descrição pormenorizada, bem como a citação de cada trabalho, fica inviabilizada em função das dimensões do artigo.

Tabela 4 - Classificação dos artigos científicos no período de 2013-2017. Fonte: elaborado pelos autores.

Categoria	Subcategoria	EPEF	SNEF	ENPEC
C1	C1.1	EP14-2	S13-3; S15-1; S15-3; S15-4; S17-1; S17-2; S17-3; S17-4; S17-7; S17-8; S17-9	E13-1; E15-1; E15-2; E15-3; E15-4; E17-1
	C1.2	EP14-1	S13-1; S13-2; S13-4; S13-5; S13-6; S13-7; S13-8; S13-9; S15-2; S15-5; S17-5; S17-6; S17-10; S17-11	E13-2; E13-3; E17-2; E17-3; E17-4
C2	C.2.1	EP14-1; EP14-2	S13-1; S13-2; S13-3; S13-4; S13-6; S13-7; S13-8; S13-9; S15-1; S15-2; S15-3; S15-4; S15-5; S17-1; S17-2; S17-3; S17-4; S17-5; S17-6; S17-7; S17-8; S17-9; S17-10; S17-11	E13-2; E13-3; E15-1; E15-2; E15-3; E17-2; E17-3; E17-4
	C.2.2	EP14-1; EP14-2	S13-4; S13-6; S13-7; S13-8; S15-1; S15-3; S15-4; S15-5; S17-1; S17-5; S17-6; S17-7;	E13-2; E15-1; E15-2; E15-3; E17-2; E17-3

			S17-8; S17-9	
C3	C3.1	EP14-1	S13-1; S13-3; S13-4; S13-6; S13-9; S15-1; S15-2; S15-4; S17-1; S17-2; S17-3; S17-4; S17-7; S17-8; S17-9	E13-1; E15-1; E15-2; E15-3; E15-4; E17-1; E17-2; E17-3
	C3.2	EP14-2	S13-2; S13-5; S13-7; S13-8; S15-3; S15-5; S17-5; S17-6; S17-10; S17-11	E13-2; E13-3; E17-4

Considerando essa distribuição, na sequência vamos definir cada categoria (e subcategoria), buscando aproximação da análise com a literatura da área.

Participantes da Atividade Educacional

Analisando os trabalhos, percebemos que, dos 38 artigos científicos que constituíram o corpus de pesquisa, 20 propuseram atividades apenas destinadas a alunos com DV. Foi possível perceber que processos inclusivos não estavam presentes, de fato, nos artigos e respectivas propostas. Por isso, foi necessário dividir a categoria em 2 subcategorias construídas a partir dos perfis de alunos componentes da atividade educacional planejada e/ou aplicada em cada trabalho: Alunos são apenas alunos e Alunos com deficiência visual.

Alunos são apenas alunos

Subcategoria concebida a partir de pressupostos inclusivos que partem da ideia de que todo aluno deve ser participante do processo educacional. Refere-se aos artigos científicos que desenvolveram ou propuseram procedimentos de ensino com diferentes perfis de alunos, ou seja, a situação didática não se restringiu apenas aos discentes com DV. A escolha do nome dessa subcategoria refere-se a ideia de Camargo (2012), na qual o aluno com DV deve ser encarado como um aluno comum do ensino regular, pois a única diferença é que estes possuem restrições (total ou parciais) para captar a informação visual do ambiente. Apesar da diferença de percepção visual existente entre alunos com e sem DV, estes artigos científicos buscaram propor atividades conjuntas de forma a abranger em um mesmo contexto todos alunos simultaneamente. Essas pesquisas mostram uma aproximação do discurso teórico da inclusão com a prática que efetivamente se espera dela, pois propõem oportunidades iguais de acesso a todos os alunos.

Alunos com deficiência visual

Os artigos que compõem essa subcategoria utilizaram somente uma forma de percepção não visual para a atividade didática (ou apenas o tato ou apenas a audição). Assim, se por um lado, houve a preocupação de evitar a dependência da visão nas atividades, considerando o aluno DV como público-alvo, por outro lado a visão muitas vezes foi “excluída” do processo. Assim, a oportunidade de compreensão de um determinado fenômeno (ou conceito) sob diferentes aspectos sensoriais prejudica não só o aluno com DV, que não enxerga, como pode prejudicar o vidente presente na sala de aula, ao entrar em contato com uma atividade de ensino que exclui o sentido da visão do planejamento da proposta. Os trabalhos que compõem essa categoria tiveram como propósito prático e teórico uma busca por respostas diante do desafio de ensinar conceitos físicos para alunos com DV.

Participação Efetiva

Essa categoria expressa a concepção de que o educando com DV, independente do grupo em que esteja inserido, tenha envolvimento na atividade educacional proposta, ou desenvolvida, de forma atuante, explorando com objetividade e protagonismo os conceitos físicos que estão sendo ensinados ou sugeridos. O conceito chave dessa categoria aponta para a ideia de que os alunos devem ser considerados (entre suas especificidades) de forma equânime: a participação concreta em uma atividade educacional é desejável em qualquer contexto didático, independentemente se ocorre com alunos com ou sem DV (CAMARGO, 2012). Essa categoria, em função das características dos trabalhos investigados, também foi dividida em 2 subcategorias: Autonomia e Comunicação Interpessoal (ou Interação Social).

Autonomia

Subcategoria que expressa a ideia de que o educando com DV tenha envolvimento na atividade educacional proposta ou desenvolvida nos artigos científicos de forma atuante, podendo explorar com objetividade e protagonismo os conceitos físicos que estão sendo ensinados ou sugeridos. Assim, essa subcategoria identificou se a atividade educacional (proposta ou aplicada) buscou estimular no estudante com DV o pensamento, a ação individual e o senso crítico, lidando com a informação transmitida de forma independente para desenvolvimento e compreensão dos conteúdos da disciplina.

Comunicação Interpessoal (ou Interação Social)

Essa subcategoria fundamenta-se no padrão discursivo interativo/dialógico de Camargo (2012) e expressa a ideia de que a atividade educacional deve possibilitar ao estudante com DV a troca de informações (ideias, dúvidas, questões, posicionamentos etc.) sobre os temas abordados entre seus colegas e/ou professor. Comparada com a subcategoria Autonomia (34 trabalhos classificados), conforme evidencia a tabela 4, o número de trabalhos nesta subcategoria é menor (22 trabalhos classificados). Não obstante, pode ter ocorrido nos trabalhos analisados uma falta de preocupação dos autores em evidenciar situações de comunicação interpessoal (ou interação social). Mas essa colocação é apenas uma hipótese, já que não é possível concluir a partir das metodologias apresentadas nos trabalhos.

Recursos de Acesso

A veiculação da informação não ocorre somente por meio da interação social. A acessibilidade, principalmente por parte de alunos com DV, também depende de outras formas de percepção, que podem ocorrer pela utilização de materiais específicos que permitam o processamento de informações relevantes, o que é fundamental para a efetivação do processo comunicacional. Assim, essa categoria considera todos os meios e recursos materiais utilizados pelo professor e pelos alunos para a organização e condução do processo de ensino-aprendizagem. Neste sentido, esta categoria agrega trabalhos que promovem procedimentos relacionados às outras vias sensoriais (tato, audição e olfato) para que as informações possam vir a ser acessíveis aos discentes com DV. Para a classificação das propostas, foram considerados os sentidos perceptivos presentes na elaboração

da atividade. Novamente não conseguimos apresentar em detalhes a análise, mas é possível apresentar um panorama geral, como a contagem da tabela 5.

Tabela 5 - Sentidos utilizados por meio dos recursos. Fonte: elaborado pelos autores.

Sentidos	Total de trabalhos
audição	1
audição e tato	4
audição, tato e visão	8
audição; visão	1
olfato, tato e visão	1
tato	13
tato e visão	10

Discussão dos resultados

Diante os argumentos expostos nas análises e discussões das categorias/subcategorias, considera-se, portanto, verdadeiramente inclusivo, o artigo científico classificado simultaneamente nas subcategorias: Alunos são apenas alunos (C1.1), Autonomia (C2.1), Interação social/Comunicação interpessoal (C2.2) e Multissensoriais (C3.1). Cada uma dessas subcategorias atua como uma diretriz da educação inclusiva. Nesse sentido, a tabela 6 apresenta a classificação das atividades como inclusivas, ou não.

Tabela 6 - Análise de conteúdo: buscando trabalhos inclusivos. Fonte: elaborado pelos autores.

EVENTO	N	C1		C2		C3		RESULTADO
		C1.1	C1.2	C2.1	C2.2	C3.1	C3.2	
EPEF 2014	EP14-1		X	X	X	X		NÃO INCLUSIVO
	EP14-2	X		X	X		X	NÃO INCLUSIVO
SNEF 2013	S13-1		X	X		X		NÃO INCLUSIVO
	S13-2		X	X			X	NÃO INCLUSIVO
	S13-3	X		X		X		NÃO INCLUSIVO
	S13-4		X	X	X	X		NÃO INCLUSIVO
	S13-5		X				X	NÃO INCLUSIVO
	S13-6		X	X	X	X		NÃO INCLUSIVO
	S13-7		X	X	X		X	NÃO INCLUSIVO
	S13-8		X	X	X		X	NÃO INCLUSIVO
	S13-9		X	X		X		NÃO INCLUSIVO
SNEF 2015	S15-1	X		X	X	X		INCLUSIVO
	S15-2		X	X		X		NÃO INCLUSIVO
	S15-3	X		X	X		X	NÃO INCLUSIVO
	S15-4	X		X	X	X		INCLUSIVO
	S15-5		X	X	X		X	NÃO INCLUSIVO
SNEF 2017	S17-1	X		X	X	X		INCLUSIVO
	S17-2	X		X		X		NÃO INCLUSIVO
	S17-3	X		X		X		NÃO INCLUSIVO
	S17-4	X		X		X		NÃO INCLUSIVO
	S17-5		X	X	X		X	NÃO INCLUSIVO
	S17-6		X	X	X		X	NÃO INCLUSIVO
	S17-7	X		X	X	X		INCLUSIVO
	S17-8	X		X	X	X		INCLUSIVO

	S17-9	X		X	X	X		INCLUSIVO
	S17-10		X	X			X	NÃO INCLUSIVO
	S17-11		X	X			X	NÃO INCLUSIVO
ENPEC 2013	E13-1	X				X		NÃO INCLUSIVO
	E13-2		X	X	X		X	NÃO INCLUSIVO
	E13-3		X	X			X	NÃO INCLUSIVO
ENPEC 2015	E15-1	X		X	X	X		INCLUSIVO
	E15-2	X		X	X	X		INCLUSIVO
	E15-3	X		X	X	X		INCLUSIVO
	E15-4	X				X		NÃO INCLUSIVO
ENPEC 2017	E17-1	X				X		NÃO INCLUSIVO
	E17-2		X	X	X	X		NÃO INCLUSIVO
	E17-3		X	X	X	X		NÃO INCLUSIVO
	E17-4		X	X			X	NÃO INCLUSIVO

Considerações finais

Apenas 9 artigos científicos apresentados entre os anos 2013-2017, em eventos científicos nacionais de Ensino de Física (e Ciências), estão de acordo com uma proposta verdadeiramente inclusiva, conforme mostra a síntese, por evento, da tabela 7.

Tabela 7 - Número de trabalhos analisados e inclusivos. Fonte: elaborado pelos autores.

Evento	EPEF		SNEF			ENPEC			
	Ano	2014	2016	2013	2015	2017	2013	2015	2017
Nº de trabalhos analisados		2	0	9	5	11	3	4	4
Nº de trabalhos inclusivos		0	0	0	2	4	0	3	0

Os resultados aqui sintetizados, nos permitem afirmar que, associar trabalhos a uma educação efetivamente inclusiva somente porque de alguma forma se posicionam favoráveis à mesma, é incorreto. Antes é preciso averiguar adequadamente a proposta apresentada (e/ou desenvolvida). Assim, uma análise mais detalhada permitiu constatar que os resultados indicaram um valor muito abaixo do esperado em comparação à quantidade de trabalhos analisados: dos 38 artigos, apenas 9 apresentaram-se condizentes com pressupostos de uma educação verdadeiramente inclusiva. Essa avaliação não foi feita com o intuito de desqualificar nenhum dos artigos científicos apresentados nos eventos. Muito pelo contrário, os trabalhos dão fortes indícios do comprometimento e engajamento dos autores perante um assunto tão relevante e incipiente no contexto escolar. Respeitando as particularidades, cada trabalho mostra uma forma gradativa de alcançar a educação inclusiva. Assim, podemos afirmar que por enquanto, os dados dão apenas indícios daquilo que pode ser aperfeiçoado, revitalizado, ajustado e corrigido para fortalecer a escolarização de todos os alunos, sejam eles com ou sem deficiência visual.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Censo Escolar 2017**: Notas Estatísticas. Brasília: Inst Nac Estudos Pesq Educ Anísio Teixeira (Inep), 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf>.

- BRASIL. Ministério da Educação. **Nota Técnica n. 04/2014/MEC/SECADI/DPEE.** Orientação quanto a documentos comprobatórios de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação no Censo Escolar. Brasília, 2014.
- BRASIL. Decreto nº 5.296, de 02 de Dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília, 2004.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez. 2005. p.265.
- CAMARGO, E.P. Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 1-6, 2017.
- CAMARGO, E.P. Inclusão, multissensorialidade, percepção e linguagem. In: CAMARGO, E.P. **Inclusão e necessidade especial:** compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física.** São Paulo: Editora Unesp, 2012.
- CARVALHO, A.M.P.; SASSERON, L.H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados.** v.32 n.94. São Paulo. 2018. p.43-55.
- VERASZTO, E.V.; CAMARGO, E.P.; CAMARGO, J.T.F.; SIMON, F.O.; MIRANDA, N.A. Evaluation of concepts regarding the construction of scientific knowledge by the congenitally blind: an approach using the Correspondence Analysis method. **Ciência & Educação**, v.24, p.837 - 857, 2018a.
- VERASZTO, E. V.; CAMARGO, E. P.; CAMARGO, J. T. F.; SIMON, F. O.; YAMAGUTI, M. X.; SOUZA, A. M. M. Conceitualização em ciências por cegos congênitos: um estudo com professores e alunos do ensino médio regular. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v.17, p.540 - 563, 2018b.

ENSINO DE FÍSICA E GÊNERO: UMA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD 2018

PHYSICS TEACHING AND GENDER: AN ANALYSIS OF PHYSICS TEXTBOOKS OF THE PNLD 2018

Jaqueline May Borsatto¹, Alisson Antonio Martins²

¹UTFPR/PPGFCET/GEPEF, jaquelineborsatto@alunos.utfpr.edu.br

² UTFPR/DAFIS/PPGFCET/GEPEF, amartins@utfpr.edu.br

Resumo

Este trabalho versa sobre as relações de gênero no currículo de Física do Ensino Médio. Considerando que o livro didático se configura como um dos principais veiculadores curriculares, o objetivo desta pesquisa foi analisar de que modo as figuras femininas que colaboraram com a construção da Física são representadas nos livros didáticos desta disciplina. Para tanto, foi realizada uma análise documental dos livros de Física selecionados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018, com base nas categorias: Identificação da personagem, Contexto da citação, Espaço/momento da citação e Circunstância da citação. Como resultados, percebeu-se que a representação das mulheres se concentra nos feitos mais recentes da história da ciência. As coleções didáticas analisadas apresentam figuras femininas e, em algumas delas, ocorrem breves discussões sobre o papel da mulher na ciência, o que não garante, entretanto, a superação de estereótipos de gênero no desenvolvimento dos assuntos em âmbito escolar.

Palavras-chave: Manuais didáticos de Física. Relações de gênero. Ciências da Natureza. Mulheres na ciência.

Abstract

This work deals with gender relations in the high school curriculum. Which textbook is configured as one of the main curricular, the objective of this research was to analyze how the female figures who collaborated with the construction of Physics are represented in the textbooks of this scholar discipline. To this end, a documental analysis of the physics textbooks selected in the 2018 Brazilian National Textbook Program (PNLD) of 2018 was carried out, based on the categories: Character identification, Citation context, Citation space/moment and Citation circumstance. As a result, it was realized that the representation of women focuses on the most recent achievements in the history of science. Generally speaking, as didactic collections analyzed show female figures and, in some of them, there are brief discussions about the role of women in science, or what does not guarantee, however, an overcoming of gender stereotypes in the school curriculum.

Keywords: Physics textbooks. Gender relations. Nature sciences. Women in Science.

Introdução

As relações de gênero têm ganhado espaço nos mais diferentes níveis da sociedade em função dos questionamentos frente à imposição histórica dos papéis sociais atribuídos a homens e mulheres. A busca por representatividade feminina em espaços até então declarados como masculinos tem demonstrado as desigualdades de gênero existentes na sociedade e estimulando reflexões sobre a temática.

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2017), ao longo dos últimos anos, as mulheres conseguiram conquistar grande parte das vagas de Ensino Superior, porém, ainda se percebe uma desproporção nos quantitativos de homens e de mulheres na ocupação de vagas de determinados cursos. Isto é, há um número reduzido de mulheres em cursos voltados às ciências naturais e engenharias, contrastando com a concentração deste público em cursos voltados às ciências humanas, educação, ciências sociais e de ciências da saúde (BARRETO, 2014).

As ciências da natureza sempre foram vistas como uma atividade realizada por homens, passando a mudar este conceito somente a partir do Século XX, entretanto, ainda carregam em si certos estereótipos, tais como o perfil recorrentemente associado ao cientista, isto é, homem branco, vestido de jaleco e que trabalha em um laboratório (LETA, 2003).

De acordo com Silva (2000), as influências do patriarcado podem ser reproduzidas por meio do currículo escolar e, desta forma, o acesso a recursos educacionais se dá de maneira desigual entre meninos e meninas, mesmo em países em que este acesso poderia parecer igualitário. Em função destas influências, algumas profissões e, em decorrência dessas, algumas disciplinas escolares, são consideradas femininas e outras, masculinas, perpetuando-se, no contexto escolar, determinados estereótipos de gênero.

Como um dos principais veiculadores curriculares, os livros didáticos apresentam influência significativa na formação dos estudantes, durante todo o período de escolarização formal. Conforme Rosa e Silva (2015), o livro didático “torna-se um meio oficial para tratar das representações e expectativas em relação a gênero” (p. 93). Ou seja, considera-se que os livros didáticos podem estar contribuindo para a construção de determinadas compreensões sobre os papéis sociais atribuídos a homens e mulheres e, desta forma, poderiam estar fortalecendo visões estereotipadas acerca da forma de se produzir conhecimento científico.

A partir deste conjunto de reflexões, este artigo apresenta os resultados de um trabalho que teve por objetivo analisar de que forma as figuras femininas que colaboraram com a construção da Física são representadas nos livros didáticos desta disciplina escolar selecionados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018.

Os livros didáticos enquanto veiculadores curriculares

Os livros didáticos de Física fazem parte de um complexo sistema normativo que compõe o currículo escolar, designando o que deve ser ensinado e aprendido no âmbito da disciplina de Física na Educação Básica. Este sistema compreende mais que uma mera “listagem de conteúdos de ensino”, expressando, também, uma série de disputas, tensões, relações de poder, revelando-se um âmbito não neutro.

O currículo engloba tudo o que envolve o universo escolar (SACRISTÁN, 2013), sendo compreendido como o conjunto dos conteúdos culturais explicitamente declarados nos guias curriculares, materiais de ensino, assim como, o conjunto das situações escolares não publicamente declaradas, isto é, aquilo que os alunos aprendem no cotidiano escolar, que não necessariamente, é intencionalmente ensinado na escola (ONOFRE, 2010).

Autores como Giroux (1997), apontam que a escola tem sido propagadora das relações de poder do corpo social, pois há um relacionamento íntimo da escola com a sociedade mais ampla, em que existem “(...) mensagens ideológicas embutidas tanto no conteúdo do currículo formal quanto nas relações sociais do encontro em sala de aula” (GIROUX, 1997, p. 56).

Neste contexto, destaca-se o conceito de currículo oculto, que compreende normas, valores e crenças não explicitamente declaradas, transmitidas aos estudantes, não havendo um controle delimitador sobre o que é transmitido por ele, sendo mais maleável, flexível, adaptado às relações de poder presentes nas situações em que se expressa. De acordo com Silva (2000), o currículo oculto molda o comportamento dos estudantes, com a incorporação dos interesses da classe dominante, sendo infundidos

(...) atitudes, comportamentos, valores e orientações que permitem que crianças e jovens se ajustem da forma mais conveniente às estruturas e às pautas de funcionamento consideradas injustas e antidemocráticas e, portanto, indesejáveis, da sociedade capitalista. (p. 78-79)

Nesta perspectiva, a escola acaba por cumprir uma função de propagadora de injustiças e desigualdades, disseminando-se as características da estrutura social em que está inserida por meio das relações entre professor(a)-aluno(a), colegas de classe, estrutura hierárquica, organização espacial e temporal da instituição, regras, normas, padrões de recompensa e castigo, textos e ilustrações nos livros.

As relações de gênero transmitidas na escola

De acordo com Garcia (2011), o feminismo é um movimento social, político e filosófico em que as mulheres tomaram consciência da opressão, dominação e exploração a que estão sujeitas na sociedade patriarcal e, a partir desta tomada de consciência, passaram a lutar por seus direitos, liberdade e igualdade. Tais lutas são relativamente recentes, tendo se concretizado, aproximadamente, ao longo dos últimos 200 anos. Segundo Garcia (2011), estas lutas se caracterizam por momentos históricos relevantes em que as pautas do movimento se destacaram, sendo conhecidas como as três ondas do feminismo, com cada período estando marcado por seus enfrentamentos, conflitos, perdas, mas também por importantes conquistas e realizações.

Uma das reivindicações mais significativas do movimento feminista ocorreu no âmbito educacional, em que as mulheres, em luta por acesso à escolarização formal, garantiram seu direito à universidade (ROSA; SILVA, 2015). Segundo Senkevics (2016), esta conquista feminina foi tão significativa, que na maioria dos países, elas atingiram um desempenho maior que os homens, em números de matriculados, revertendo um histórico de predomínio masculino no Ensino Superior.

Entretanto, apesar de as mulheres se apresentarem em maior número no Ensino Superior, ainda há uma ampla desigualdade de gênero, pois elas não estão

distribuídas proporcionalmente entre os cursos. De acordo com dados do INEP, apresentados em Barreto (2014), o público feminino se concentra nas áreas de educação, ciências humanas, ciências biológicas, ciências da saúde, ciências sociais, linguística e artes, enquanto que os homens se concentram nas áreas de ciências naturais, ciências exatas, tecnologia e engenharias.

Considerando-se a ciência como uma construção histórica e social, com relações de poder, muitos elementos machistas se expressaram e se expressam em seu desenvolvimento, como a falta de representatividade de mulheres cientistas, atribuições culturais sobre o papel e perfil do cientista e os problemas das relações sociais de gênero no contexto das instituições de pesquisa (CARTAXO, 2012).

Um dos principais contatos que as pessoas têm com a ciência ocorre por meio da escola que está suscetível à presença de elementos desmotivadores às mulheres prosseguirem seus estudos em áreas de ciências naturais, ciências exatas, tecnologia e engenharias. De acordo com Silva (2000) a cultura do patriarcado reflete no currículo educacional, tal que “os estereótipos de gênero estavam não apenas amplamente disseminados, mas eram parte integrante que se dava nas próprias instituições educacionais” (p. 92).

Neste contexto, os materiais utilizados por professores e estudantes não estão isentos de visões estereotipadas sobre o fazer científico e sobre aqueles e aquelas que contribuem para sua produção e difusão. No caso da Física ensinada na escola, muitas vezes, os livros didáticos apresentam conteúdos desvinculados da realidade social, centrando sua preocupação sobre a resolução de exercícios e de testes que objetivam treinar as/os estudantes para provas e exames de acesso ao ensino superior. Tal aspecto releva que os livros cumprem uma função instrumental que, conforme Choppin (2004), compreende-se pelo fato de que “o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades” (p. 553).

Os livros didáticos de Física estão presentes nas escolas públicas do Brasil por meio do PNLD, auxiliando os/as professores/as no processo de ensino-aprendizagem e de divulgação científica. Como parte integrante do currículo, seus textos podem veicular aspectos ideológicos implícitos, cumprindo, conforme Choppin (2004), uma função ideológica e cultural. Neste sentido, é necessário compreender como são abordadas as relações de gênero em materiais desta natureza, identificando-se, por exemplo, a presença ou não de personalidades femininas envolvidas com a Física.

Procedimentos metodológicos

Para analisar a presença de figuras femininas que contribuíram para o desenvolvimento da Física nos livros didáticos foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem baseada na técnica de análise documental. A investigação teve como objeto os livros didáticos de Física aprovados e selecionados no PNLD de 2018, sendo doze coleções didáticas, cada uma com três volumes, correspondentes aos três anos do Ensino Médio, totalizando 36 livros.

As questões que conduziram a investigação foram: Quem são as mulheres abordadas pelos livros didáticos de Física? Como estas são apresentadas? Discutem-se elementos a respeito da história de vida das personagens neles contempladas (tais como seus principais feitos e descobertas e/ou os preconceitos e

injustiças que estas sofreram ao longo sua carreira profissional)? Em que espaço/momentos estes elementos são apresentados nos livros?

Com base em Bardin (2011), adotaram-se procedimentos da análise de conteúdo, com os quais se construíram quatro categorias de análise: 1) Identificação da personagem feminina, em que são analisados seus aspectos biográficos, salientando seus principais feitos e descobertas; 2) Contexto da citação, em que é descrito e discutido o contexto no qual se encontram as figuras femininas, expondo como estas são abordadas; 3) Espaço da citação, ou seja, locais nos quais as personagens femininas são encontradas (texto, box ou imagens) 4) Circunstância da citação, em que se analisam as formas em que as figuras femininas aparecem.

Resultados e análises

Foram encontradas menções a dezenove mulheres que contribuíram, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento da Física ou que se inspiraram nesta ciência para desenvolver trabalhos de grande expressão social. Para uma melhor discussão dos resultados produzidos, a exposição segue a divisão conforme as categorias de análise produzidas.

Identificando as personagens

Dentre as dezenove mulheres que figuram nos livros didáticos de Física do PNLD 2018, três não puderam ser identificadas, pois faziam parte de uma imagem ilustrativa, sem identificação das pessoas nela contidas. As que foram identificadas são: Mary Wollstonecraft Shelley (1797-1851), Annie Jump Cannon (1863-1941), Marie Skłodowska Curie (1867-1934), Henrietta Swan Leavitt (1868-1921), Lise Meitner (1878-1968), Ida Noddack (1896-1978), Irène Joliot-Curie (1897-1956), Rosalind Elsie Franklin (1920-1958), Bárbara Jeanne Anderson (1945-), Laurel Blair Salton Clark (1961-2003), Kalpana Chawla (1961-2003), Lisa Randall (1962-), Nicole Marie Passonno Stott (1962-), Karen LuJean Nyberg (1969-), Simone Marilene Sievert da Costa Coelho (1975-), Joana Meneguzzo Pasquali (1998-).

Contexto de citação

Em linhas gerais, as menções às mulheres que se relacionam de alguma forma com o desenvolvimento da Física ocorrem de modo a contextualizar o assunto a ser tratado. Lisa Randall e Rosalind Franklin são mencionadas em livros correspondentes ao primeiro volume, de forma a contextualizar e introduzir a Física. Annie Jump Cannon, Irene Joliot Curie, Lise Meitner, Henrieta Swan Leavitt e Marie Curie tem suas contribuições relacionadas à Física Moderna e Contemporânea. Joana Meneguzzo Pasquali e Simone Costa são referidas em boxes contendo recortes de reportagens relacionadas ao desenvolvimento científico e o parecer de uma especialista respectivamente.

Bárbara Anderson é apresentada numa relação entre cinema e óptica. Mary Shelley é citada em uma contextualização histórica do eletromagnetismo, em que se expressa que a escritora inspirou-se na pilha de Volta para conceber sua obra. Embora Mary Shelley não tenha contribuído para o desenvolvimento da Física, considerou-se importante listá-la no sentido de compreender que este desenvolvimento teve influência, também, sobre a produção artística.

Por fim, Karen Nyberg, Lisa Stott, Laurel Clark e Kalpana Chawla são astronautas, mencionadas para ilustrar a presença feminina em atividades espaciais.

Circunstância da citação

As citações feitas às personagens femininas se deram através de:

a) Texto: contextualizando o conteúdo por meio de história da ciência. Nestas contextualizações são relatados os notáveis feitos e contribuições destas mulheres, para o desenvolvimento ou divulgação da ciência.

b) Imagens: com e/ou sem legenda identificando as integrantes. Notou-se que nas figuras. Em algumas situações foi observado certo favoritismo em representar o conteúdo com figuras femininas em detrimento das masculinas, como é o caso de Lisa Meitner em relação a seus colegas do sexo masculino que levaram consigo todo o mérito, ou Marie Curie em relação a Henry Becquerel (também ganhador do Nobel referente à descoberta da radioatividade) ou ainda Karen Nyberg no tocante a qualquer outro astronauta.

c) Box: Com biografia específica da personagem ou sem biografia específica da personagem. Nestes boxes se encontraram escritos discutindo a condição da mulher frente aos preconceitos que permeiam a ciência, abrindo, assim, oportunidades para articular as relações de gênero com o conteúdo ministrado.

Espaço da citação

No Quadro 1 são apresentadas as quantidades relativas à presença das mulheres nos livros didáticos, a partir de sua localização em determinados espaços.

Quadro 1: Espaço em que as mulheres são abordadas nos livros didáticos.

Personagens	Texto	Imagem com identificação	Imagem sem identificação	Box - sem biografia específica	Box - biografia específica
Marie Curie	11	9	2	5	5
Lise Meitner	3	2		2	
Irene Joliot Curie		2		2	1
Annie J. Cannon	1	1			
Karen Nyberg		2			
Joana M. Pasquali		1		1	
Ida Noddack				1	
Simone Costa				1	
Laurel Clark			1		
Kalpana Chawla			1		
Lisa Randall		1			
Nicole Stott		1			
Rosalind Franklin	1				
Bárbara Anderson	1				
Henrietta S. Leavitt	1				
Mary Shelley	1				

Personagens	Texto	Imagem com identificação	Imagem sem identificação	Box - sem biografia específica	Box - biografia específica
Outras (sem identificação)			3		
Total	19	19	7	12	6

Fonte: autoria própria (2020).

Marie Curie liderou o número de menções, tendo aparecido em quinze livros didáticos, pelo menos uma vez em cada coleção. Compreende-se que este fato ocorre por Marie Curie estar entre as/os cientistas mais famosas/os e conhecidas/os do mundo, afinal, foi a primeira mulher a ganhar o prêmio Nobel, não apenas uma vez, mas duas, feito conquistado por apenas outras três pessoas ao longo da história desta premiação: Linus Pauling, John Bardeen e Frederick Sanger. Outros nomes que se repetiram ao longo da análise dos livros foram os de Lise Meitner (quatro livros), de Karen Nyberg (dois livros) e de Irene Curie (dois livros), não estando presentes, portanto, em todas as coleções didáticas.

Considerações finais

Da análise dos livros didáticos de Física, uma primeira constatação refere-se a um número reduzido de citações a mulheres comparadas ao de homens. Afinal, não são muitas as mulheres conhecidas e destacadas pela Física, resultado dos longos anos de imposições e proibições da sociedade patriarcal. As coleções didáticas apresentam, mesmo que de uma forma contida, figuras femininas envolvida com a Física e, em alguns destes casos, o livro ainda expõe os preconceitos sofridos por elas, no reconhecimento de seus trabalhos e publicações.

A personalidade feminina mais antiga citada foi Mary Shelley que, embora não tenha sido Física, inspirou-se no campo para produção de suas obras de ficção. Geralmente, as mulheres se apresentam na ciência moderna e contemporânea, a qual está contemplada em espaço reduzido, em comparação à Física Clássica, dominante nos conteúdos de ensino da disciplina no Ensino Médio.

Percebeu-se que os livros didáticos de Física não estão alheios às discussões de gênero, enquanto uma possível decorrência dos princípios e critérios definidos pelo edital do PNLD 2018 para a avaliação de obras didáticas, tais como o princípio que objetiva “promover positivamente a imagem da mulher, considerando sua participação em diferentes trabalhos, profissões e espaços de poder, reforçando sua visibilidade e protagonismo social” (BRASIL, 2015, p. 32). Este é um passo positivo, especialmente no que tange às possibilidades de escolhas profissionais, uma vez que se discute o papel culturalmente atribuído às mulheres. Salienta-se, porém, que há desigualdade entre as obras e que seus textos estão sujeitos à escolha de professores/as, persistindo a noção de que é muito provável que haja transmissão de estereótipos de gênero no âmbito escolar por meio do currículo oculto.

Apesar de todas as lutas feministas que garantiram o direito e o acesso de mulheres aos mais diversos setores da sociedade até então lhes negados, a discussão neste âmbito não está encerrada. As consequências destes longos anos de imposições e intolerâncias não são inertes, os estereótipos e as considerações retrógradas permanecem enraizados em falácias, piadas, justificativas e atitudes. Tais ocorrências também permeiam o ambiente escolar, onde ocorre a transmissão de valores e de interesses da sociedade em que se insere.

O currículo é um campo de disputas de ordem política, fruto de intensos debates, ou seja, não é neutro e, portanto, não está alheio a assuntos tão relevantes para o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e igualitária, como os direitos humanos, a valorização da diversidade e da inclusão. Neste sentido, considera-se necessário abordar as questões de gênero em sala de aula, nas aulas de Física, por meio de seus livros didáticos e de outros meios e materiais, superando um silenciamento que só contribui para reforçar a exclusão.

Referências

- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARRETO, Andreia. A mulher no ensino superior: distribuição e representatividade. **Cadernos do GEA**. Rio de Janeiro, n. 6, p. 1-46, jul. /dez. 2014.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Edital de convocação 04/2015 – CGPLI**. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNL D 2018. Brasília, 2015. Disponível em <<https://cutt.ly/tuPOzmi>>. Acesso 05 nov. 2018.
- CARTAXO, Sandra Maria. Carlos. **Gênero e ciência: Um estudo sobre as mulheres na física**. 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n.3, p. 549-566, 2004.
- GARCIA, Carla Cristina. **Breve história do feminismo**. São Paulo: Claridade, 2011.
- GIROUX, Henry. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2016**. Brasília: Inep, 2017. Disponível em: <<https://cutt.ly/QuPPQG4>>. Acesso em: 16 maio 2018.
- LETA, Jacqueline. As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 17, n. 49, p. 271-284, 2003.
- ONOFRE, Elenice Maria Cammarosano et. al. **Sala de aula: espaço de encontro de culturas**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.
- ROSA, Katemari; SILVA, Maria Ruthe Gomes. Feminismos e ensino de ciências: análise de imagens de livros didáticos de Física. **Revista Gênero**. Niterói, v. 16, n. 1, p. 83-104, 2015.
- SACRISTÁN, José Gimeno. **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013.
- SENKEVICS, Adriano Souza; CARVALHO, Marília Pinto de. "O que você quer ser quando crescer?". Escolarização e gênero entre crianças de camadas populares urbanas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, v. 97, n. 245, p. 179-194, abr. 2016.
- SILVA, Tomás Tadeu. **Documentos de identidade: Uma introdução às teorias do currículo**. 2. ed. Belo Horizonte: Autentica, 2000.

COMO PODEMOS MOVER? O ENSINO DE CIÊNCIAS COM UM ALUNO COM AUTISMO

HOW CAN WE MOVE? SCIENCE TEACHING WITH A STUDENT WITH AUTISM

Tiago Fernando Alves de Moura¹, Eder Pires de Camargo²

¹UNESP – Faculdade de Ciências de Bauru, Tiago.Moura@unesp.br

²UNESP – Faculdade de engenharia de Ilha Solteira, Eder.Camargo@unesp.br

Resumo

Neste trabalho, buscamos analisar as possíveis contribuições de uma proposta de ensino por investigação - envolvendo o movimento de objetos - no processo de aprendizagem e desenvolvimento de um estudante com 13 anos diagnosticado com Transtorno do Espectro Autista, regularmente matriculado em uma escola de Educação Especial do interior do estado de São Paulo. Os transtornos do espectro autista estão associados a um grupo de desordens que fazem com que o desenvolvimento do indivíduo siga por rotas diferentes das usuais e tipicamente esperadas, em especial nas áreas de comunicação, interação social e áreas restritas de interesse. Fundamentamos nosso trabalho, sobretudo nas pesquisas desenvolvidas pela professora Dra. Anna Maria Pessoa de Carvalho e sua proposta de sequências de ensino investigativas. A coleta de dados utilizou-se de parâmetros de uma Pesquisa Qualitativa, por meio de transcrições de áudio gravações e diário de campo. Dados preliminares indicam que a atividade proposta atraiu a atenção do estudante, permitindo a manipulação dos materiais ofertados, e, com a mediação do pesquisador, possíveis relações de causa e efeito podem ter sido construídas. O ensino de Ciências por investigação se mostra como uma alternativa interessante para o ensino de alunos com autismo.

Palavras-chave: Ensino por Investigação; Autismo; Ensino Inclusivo.

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of inquiry-based learning activity - about the movement of objects - in the learning and development process of a 13-year-old student diagnosed with Autism Spectrum Disorder, regularly enrolled in a Special Education school in São Paulo's inland city. Autism spectrum disorders are associated with a group of disorders that cause the individual's development to follow different routes from the usual, typically expected, especially in the areas of communication, social interaction, and restricted areas of interest. We base our work in Inquiry-Based Teaching Sequences proposed by Dr. Anna Maria Pessoa de Carvalho. Data collected through tape recordings and field notes. Preliminary data indicate that the proposed activity attracted the student's attention, allowing the manipulation of the materials offered, and, with the researcher's mediation, possible cause and effect relationships may have been constructed. Inquiry-based learning is an interesting alternative for teaching students with autism.

Keywords: Inquiry-based learning, Autism, Inclusive Education.

Introdução

Este trabalho traz os resultados parciais da análise de uma proposta didática para o ensino de Ciências com um aluno com Transtorno do Espectro Autista (TEA), regularmente matriculado nos anos Finais do Ensino Fundamental de uma escola de Educação Especial localizada no interior do Estado de São Paulo.

Para o estudo foi adotada como estratégia de ensino a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), baseada na proposta elaborada por Carvalho (2013) adaptada para o ensino de Ciências. Dentre os objetivos da SEI utilizada destacamos: **(i)** proporcionar oportunidades para o aluno perceber e explicitar os efeitos, de suas ações, sobre os objetos; **(ii)** facilitar o pensamento representacional da criança sobre o movimento de objetos.

Os transtornos do espectro autista (TEA) estão associados, por definição, a um grupo de desordens que fazem com que o desenvolvimento do indivíduo siga por rotas diferentes das usuais e tipicamente esperadas, em especial nas áreas de comunicação, interação social e áreas restritas de interesse. De acordo com Orrú (2016), a palavra “Autismo” é um termo empregado pela psiquiatria para nomear comportamentos humanos reunidos ao redor de si mesmos, replicados pela própria pessoa.

Critérios fundamentados no déficit, na doença, naquilo que falta ao indivíduo são elementos que classificam, rotulam, estigmatizam e promovem à marginalização (ORRÚ, 2016). Para a autora, essa tem sido uma realidade presente dentro de muitas escolas Brasileiras que se expropriam de sua responsabilidade de promover a educação para toda turma com justificativas pautadas em critérios diagnósticos que anunciam quem é ou não, capaz de acompanhar o ensino dos conteúdos. A pesquisadora afirma:

Contudo, sob o prisma das práticas pedagógicas inovadoras e não excludentes, nos espaços de aprendizagem os aprendizes são concebidos como sujeitos aprendentes, com infindáveis possibilidades de aprendizagem, respeitando-se sempre a heterogeneidade presente nos aprendizes e oportunizando possibilidades de transformações, de superações, de adaptações, e expectativas otimistas quanto ao aprendizado e desenvolvimento dos aprendizes (ORRÚ, 2016, p. 214).

Em seu livro *“1001 Great Ideas for teaching and Raising Children with Autism”*, as autoras Ellen Notbohm e Veronica Zysk, descrevem e sugerem várias atividades que podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de pessoas com autismo. Dentre as atividades sugeridas está a utilização de atividades de investigação científica:

Nós esquecemos de “apenas perguntar” para a criança com linguagem limitada, talvez sob uma suposição parcialmente equivocada de que ele não pode nos dizer, ou pior, não tem opinião ou preferência. Basta perguntar - o aluno com autismo aprende de maneiras que podem não ser típicas ou comum. Professores, deixe-o ajudá-lo a ensinar. Pergunte a ele como ele se sente melhor e escute a resposta (que pode não ser verbal). É através da leitura ou escrita? Trabalhando com um colega? Através do campo viagens ou **através de atividades práticas como experimentos científicos,**

projetos artísticos ou jogos de tabuleiro? (NOTBOHM e ZYSK, 2010, p.59, grifos nossos).

Segundo Sampaio e Mancini (2007), existe um número reduzidos de trabalhos nacionais envolvendo a escolarização de estudantes com TEA, o que ressalta a importância de uma pesquisa que possa verificar se a utilização da SEI, enquanto proposta pedagógica, contribuiu para o desenvolvimento desses estudantes. Acreditamos que a pesquisa sobre o ensino de Ciências em colaboração com esse público-alvo é extremamente importante para o desenvolvimento da área em uma perspectiva de educação inclusiva.

Fundamentação teórica

De acordo com Carvalho (2013), a SEI pode ser descrita como uma sequência de atividades que abrange um tópico do programa escolar onde cada atividade planejada deve buscar a interação dos conhecimentos prévios do aluno com os conhecimentos socialmente e historicamente construídos, espera-se que o aprendiz possa passar dos conhecimentos espontâneos aos científicos.

O desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa foi baseado nos trabalhos de Carvalho et al. (1998) e Chaillé e Britain (2003), que consideram que as atividades envolvendo o movimento de objetos, permitem as crianças uma maneira imediata, perceptível e compreensível da interação com o mundo Físico. A possibilidade de ofertar aos alunos, momentos em que eles possam, por exemplo: puxar, empurrar, rolar e girar diferentes objetos, é de fundamental importância no estabelecimento de relações de causa e efeito, construindo significados por meio de suas próprias ações. Reforçamos, contudo, a importância do professor como mediador desse processo.

Dentre as etapas usuais de uma SEI, destacamos: **(a)** o professor propõe um problema; **(b)** os alunos agem sobre os objetos a fim de verificarem como eles reagem; **(c)** os alunos agem sobre o objeto a fim de obter o efeito desejado; **(d)** os alunos tomam consciência de como foi produzido o efeito desejado; **(e)** os alunos apresentam explicações causais; **(f)** etapa de sistematização individual do conhecimento.

Como sugerido por Sasseron (2015), compreendemos o ensino por investigação não como uma metodologia de ensino, mas sim, como uma abordagem didática. Possibilitando, portanto, que suas etapas sejam ajustadas a necessidade de cada estudante, respeitando suas idiosincrasias.

Metodologia

A coleta de dados utilizou-se de parâmetros de uma Pesquisa Qualitativa (STAKE, 2011), onde nos encontros com o aluno, descritos abaixo, foi utilizado um registro descritivo num caderno de campo, além do registro em áudio, por meio da utilização de um gravador. Os dados obtidos foram transcritos, tabulados e categorizados. Alguns aspectos contemplados nas etapas da metodologia utilizada são descritos a seguir:

(a) Entrada no Campo: foi inicialmente enviada a proposta de pesquisa para o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNESP – Faculdade de Ciências – Campus de Bauru, após a aprovação do projeto, formalizamos o desenvolvimento com a direção da escola, à coordenação e o corpo docente, apresentando a

natureza e os objetivos do projeto. Após o aceite do projeto, a direção indicou os dias e horários disponíveis para o início da realização das atividades. Salientamos que os responsáveis do aluno participante, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) em acordo com a Resolução 466/12 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). O aluno recebeu o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE – documento elaborado em linguagem acessível para as crianças, por meio do qual, após ser devidamente esclarecidos sobre a proposta da pesquisa, explicitou sua anuência em participar.

(b) O local de realização dos encontros: as atividades foram realizadas em uma sala de uma entidade que cuida de crianças com TEA, a qual procura dar assistência em termos médicos, físicos e cognitivos. Na prática cotidiana de uma sala de ensino dessa instituição, os alunos com TEA permanecem em salas onde todos têm o mesmo diagnóstico médico, cada aluno possui sua mesa e cadeira - seu ambiente de trabalho. Há em cada sala, uma mesa grande, para atividades cooperativas.

(a) Participantes do estudo: participou deste estudo, um dos pesquisadores e um adolescente de 13 anos diagnosticado com TEA. O aluno, que será identificado pelo nome fictício de Marco, frequenta uma sala de aula na presença de outros três alunos, todos diagnosticados com autismo. De acordo com a professora da sala, apenas Marco seria capaz de participar da pesquisa, apesar da insistência dos pesquisadores para estender o convite aos outros alunos (e pais), a professora apresentou-se intransigente.

(d) Preparação antes das atividades: durante o primeiro semestre de 2019 realizamos observações do cotidiano do aluno na escola, em encontros semanais, objetivando conhecer a rotina desse aluno, suas singularidades, interesses, dificuldades e facilidades. Durante as observações notamos que as atividades desenvolvidas por Marco se restringiam a atividades de língua portuguesa, matemática, pintura e outras atividades manuais. Ao ser questionada sobre o ensino de Ciências, a professora disse não abordar esses saberes com o estudante. Durante as observações propiciou-se a familiarização do aluno com um dos pesquisadores desse estudo. Nessa etapa, definimos encaminhamentos em relação aos encontros com o aprendiz.

Ao todo, foram propostas duas atividades investigativas para o estudante, distribuídas em três encontros com aproximadamente 50 minutos cada, no âmbito desse trabalho optamos por apresentar resultados parciais da segunda atividade investigativa (Atividade II).

Tabela 1 - Temáticas adotadas por encontro

Atividade	Tema	Número de encontros
I	Criando estruturas: equilíbrio estático	1
II	Força e Movimento	2

Fonte: Os autores

Durante as observações do cotidiano escolar de Marco, percebemos que o aluno demonstrava interesse em montar estruturas com peças Lego, brinquedo cujo

conceito baseia-se em encaixar peças, permitindo várias combinações. Diante dessa constatação, ofertamos ao estudante diversas peças de Lego e solicitamos que o mesmo montasse um carrinho para ser usado em um experimento.

Figura 1 - Carrinho montado por Marco



Fonte: Os autores

Enquanto o aprendiz realizava a montagem de seu carrinho, utilizamos a fita adesiva para fazermos duas marcações em uma mesa de madeira, próximo a onde o aluno estava sentado, colocando uma marcação em cada extremidade da mesa, com aproximadamente 1m de distância.

Resultados parciais e discussão

Após o aluno finalizar a construção de seu carrinho, colocamos o brinquedo em uma das marcas, inicialmente questionamos: “Como podemos fazer, para que esse carrinho, que está nessa marca, chegue até aquela outra marca? ”. Posteriormente questões como: “Por que ele se moveu? O que você precisou fazer para o carrinho se mover? ”, foram realizadas. Apresentamos fragmentos de diálogos entre o pesquisador e o aprendiz.

Quadro 1 - Problematização carrinho de LEGO

Linha	Participante	<i>Diálogos e ações observadas</i>
1	Pesquisador	<i>Se você quiser que o carrinho.... Que está em cima dessa fita (aponta para fita) chegue até aquela outra fita (aponta para fita crepe colada à direita).</i>
2	Marco	<i>Em silêncio o aluno aproxima a mão do carrinho e empurra-o até a fita colada à direita da mesa.</i>
3	Pesquisador	<i>Muito bom! Como chama isso que você fez com o carrinho?</i>
4	Marco	<i>Aluno fica em silêncio.</i>
5	Pesquisador	<i>Empurrar? Você empurrou o carrinho?</i>
6	Marco	<i>Empurrou o carrinho (repete).</i>
7	Pesquisador	<i>Então para fazer o carrinho que estava parado.... Se mexer.... Tem que empurrar?</i>
8	Marco	<i>Tem que empurrar.</i>

Fonte: Os autores

Após ouvir a problematização, que questionava sobre como mover o carrinho de uma marcação até a outra, Marco resolve o problema dando um empurrão no carrinho feito de LEGO. Quando questionado sobre sua ação, ou melhor, sobre o nome de sua ação, o aluno não responde. Após ouvir o pesquisador dizendo que o nome daquela ação realizada era “empurrar”, e, novamente sendo questionado sobre como fazer o carrinho se mover, verbaliza: “Tem que empurrar”.

Outro objeto foi apresentado a Marco, objetivando resolver o mesmo problema – percorrer o caminho entre uma marcação e a outra. Ofertamos um carrinho de fricção amarelo, o qual o aluno, imediatamente, identificou a cor. O aluno, assim como fizera com o carrinho de Lego, inicialmente empurrou o carrinho amarelo, de uma marcação até a outra. Por meio de gesticulações e verbalizações, o pesquisador orientou Marco a tentar puxar o carrinho e, posteriormente, solta-lo. Nomeando a ação como “puxar”.

Perguntar ao aprendiz sobre como os carrinhos de brinquedo se movem, ajudando-o a organizar suas ideias, apresentando posteriormente o conceito de força associado a um empurrão ou um puxão, permitiu-nos a introdução de um vocabulário especializado, utilizado nas ciências físicas, possibilitando que o estudante tivesse a oportunidade de expandir suas explicações sobre os fenômenos de repouso e movimento, associando a movimentação dos carrinhos a outras situações, como por exemplo a queda de objetos ou movimentos em planos inclinados. Ao final do primeiro encontro, a fim de realizar uma sistematização dos conhecimentos, após Marco deixar o carrinho de fricção sobre a mesa, o pesquisador questiona: “O carrinho está aqui na mesa.... Se eu... E nem você.... Colocarmos as mãos nele... Ele vai sair desse lugar? ”. O aluno prontamente responde: “Não! ”.

Durante o início do segundo encontro da Atividade II, solicitamos que Marco realizasse uma atividade de pintura, o aluno deveria pintar os quadrinhos onde um carrinho de brinquedo poderia se mover, dependendo da situação representada: **(I)** no quadrinho à esquerda, há a representação de um menino empurrando um carrinho de brinquedo apoiado sobre uma mesa; **(II)** no quadrinho posicionado à direita, existe a representação de um menino puxando um carrinho de brinquedo apoiado sobre uma mesa; **(III)** no quadrinho posicionado no centro, abaixo dos outros, há a representação de um garotinho com os braços cruzados e um carrinho de brinquedo apoiado sobre uma mesa. Após entregar a folha ao aluno, o pesquisador narra (descreve) as cenas representadas para o estudante que, ao final, entrega a atividade abaixo.

Figura 2 - Atividade de pintura entregue por Marco

Fonte: Os autores

Pelo apresentado, podemos perceber que o pesquisador busca auxiliar Marco estabelecendo uma relação entre as ações realizadas pelo estudante “empurrar” ou “puxar” os carrinhos e o movimento dos brinquedos, de forma que, se ninguém influenciar os brinquedos, exercendo ação sobre ele, ele estaria parado em relação ao aluno. Destacamos que dentre suas idiossincrasias, pessoas com autismo podem apresentar distúrbios na simbolização. Esse distúrbio pode ser compreendido como a carência do teor imaginativo, nesse sentido, a atividade de pintura proposta colabora com o desenvolvimento dessa capacidade, representando situações hipotéticas acerca do movimento do carrinho, que de fato, por ser um desenho no papel, não se move em relação à representação do menino que exerce algum tipo de ação (empurrar ou puxar). É necessário, portanto, que Marco imagine a situação proposta.

Ao final do encontro uma nova situação é apresentada, duas caixinhas retangulares, com 5 cm de comprimento e 3,5 cm de largura, com massas de 4 g e 100g, respectivamente, são ofertadas ao estudante. Questionamos então: “Como podemos mover essas caixinhas, de uma marca até a outra? ”. O aluno, inicialmente fica em silêncio e, na sequência, empurra ambas as caixinhas. Após alguns diálogos com o pesquisador é questionado: “Existe alguma diferença entre as caixinhas? Você percebeu algo quando as empurrou? ”. O aluno fica em silêncio. Na sequência é indagado: “Qual caixinha foi mais fácil de empurrar? Qual chegou mais longe? ”. Verbaliza então: “Aquela (aponta para caixinha com 4 g) ”.

As atividades oportunizaram ao estudante perceber os efeitos de suas ações (puxar, empurrar) sobre os objetos e sobre o movimento dos objetos. São apresentadas situações que possibilitam relacionar a força muscular do aprendiz com a massa dos objetos e a distância percorrida. Assim, o estudante ao manipular os materiais descrevendo suas ações, e, com auxílio do pesquisador, constrói relações de causa e efeito. Para mover os carrinhos é preciso exercer uma ação, a caixinha mais leve (percepção tátil) foi mais fácil de mover (exerceu menos força muscular).

Destacamos que manipulação dos objetos apresentados pode colaborar com o desenvolvimento da psicomotricidade do aprendiz. O estudante foi solícito com o pesquisador, e, quando cansado da atividade começou a demonstrar sinais

de irritação. Solicitamos que Marco fizesse um desenho sobre o encontro, o estudante, entretanto, disse que não queria. Várias são as possibilidades que podem ter levado o aluno a não querer mais realizar a atividade, destacamos o fato do aprendiz estar sozinho, sem seus colegas de classe.

Conclusões

O objetivo principal da atividade apresentada era propiciar ao aluno, a oportunidade de agir sobre os objetos e ver como eles reagem, para construir os alicerces da Física, utilizando para tal, palavras e conceitos que, de acordo com a professora da turma, não eram discutidos com esse aprendiz. Diante da disposição do aluno, que a todo momento colaborou com o pesquisador, manipulando os materiais ofertados e interagindo com as situações propostas, e dos resultados encontrados, acreditamos que o ensino de Ciências por investigação se mostra como uma alternativa interessante para o desenvolvimento de alunos autismo. Os encontros possibilitaram ao estudante relacionar os efeitos de suas ações, puxar e empurrar, aos estados de movimento ou repouso dos objetos. Permitiram contribuir com o desenvolvimento psicomotor do estudante, por meio da manipulação dos objetos e com sua capacidade imaginativas, através das representações imagéticas (desenhos), contribuindo assim com uma atividade mais ativa no processo de aprendizagem.

Referências

- CARVALHO, A. M. P. et al. **Conhecimento Físico no Ensino Fundamental**. São Paulo: Editora Scipione, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CHAILLÉ, C.; BRITAIN, L. **The young child as scientist: A constructivist approach to early childhood science education**. 3^o ed., Pearson,, Boston, MA. 2003.
- NOTBOHM, E.; ZYSK, V. **1001 Great Ideas for teaching and raising children with Autism and Asperger's**, 2^o Ed. Future Horizons, 2010.
- ORRÚ, S. E. **Aprendizes com autismo: aprendizagem por eixos de interesse em espaços excludentes**. Prefácio de M.T.E. Mantoan. Petrópolis (RJ): Vozes, 2016.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para Síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.
- SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.17, n. especial, p. 49-67, novembro, 2015.
- STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.