



O lúdico no processo de ensino-aprendizagem de Física:

Uma Sequência Didática para a construção de conceitos de eletricidade
no Ensino Fundamental.

Wyber da Trindade Gester

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:

Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos

Belém-Pa

Agosto-2019



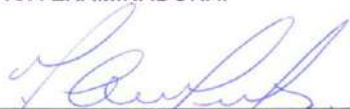
**ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

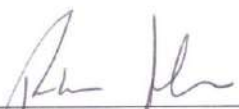
ATA DA 35ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA "O LÚDICO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETRICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 15 HORAS DO DIA 29 DE AGOSTO DE 2019, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **WYBER DA TRINDADE GESTER**, MATRÍCULA Nº **201768870025**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROFA. DRA. MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS (ORIENTADORA)**, **PROF. DR. RUBENS SILVA (MEMBRO INTERNO)** E **PROF. DR. RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA (MEMBRO EXTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DA CANDIDATA.

CANDIDATO:

x Wyber da Trindade Gester

BANCA EXAMINADORA:


Profa. Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos
(Orientadora - MNPEF – UFPA)


Prof. Dr. Rubens Silva
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)


Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida
(Membro Externo – UEPA)

O LÚDICO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETRICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL.

WYBER DA TRINDADE GESTER

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

ORIENTADORA:



Profa. Dra. **MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO INTERNO



Prof. Dr. **RUBENS SILVA**
(MNPEF - UFPA)

MEMBRO EXTERNO



Prof. Dr. **RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA**
(UEPA)

Belém - PA
Agosto - 2019



PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

TEMA: “O LÚDICO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETRICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL”.

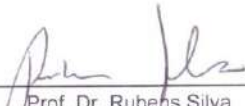
A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Maria da Conceição Gemaque de Matos** (Orientadora), **Dr. Rubens Silva** (Membro Interno), e **Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida** (Membro Externo), consideram o candidato **WYBER DA TRINDADE GESTER**.

APROVADO

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 29 de agosto de 2019.



Prof. Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos
(Orientadora - MNPEF – UFPA)



Prof. Dr. Rubens Silva
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)



Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida
(Membro Externo – UEPA)

FICHA CATALOGRÁFICA-BC/UFGA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

G393l Gester, Wyber da Trindade
O lúdico no processo de ensino-aprendizagem de Física:
: Uma sequência didática para a construção de conceitos de
eletricidade no ensino fundamental. / Wyber da Trindade
Gester. — 2019.
176 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Maria da Conceição Gemaque
de Matos

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Ensino de Física, O lúdico no ensino de Física,
Eletricidade, Eletromagnetismo. I. Título.

CDD 530.07

Dedico aos meus pais Sandra e
Wybernon Gester,
ao meu filho Heitor Carvalho e
à minha esposa Jaqueline Gester.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus pela vida e por me dar a oportunidade de sempre crescer como profissional e ser humano.

Aos meus pais que sempre me incentivaram a estudar, a sempre procurar o caminho certo a seguir em todos os sentidos.

Ao meu filho e esposa que sempre, com muitas orações, paciência, carinho e amor, me deram a força necessária para percorrer o caminho até aqui.

Aos meus companheiros do mestrado por toda a ajuda e companheirismo nesses anos do curso.

Agradeço ao corpo docente do programa do MNPEF da UFPA pela competência e em especial à minha professora Dra. Maria Gemaque pela paciência e orientação deste trabalho.

A SBF pela oportunidade que ofereceram a milhares de professores de capacitação e melhoria da qualidade de ensino do país e à CAPES pelo aporte todo dado a SBF para a realização do MNPEF.

A UFPA por abraçar essa causa e nos dar todo o suporte estrutural e humano para a execução desse trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram com essa pesquisa, meus mais sinceros agradecimentos.

SIGLAS

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

SBF – Sociedade Brasileira de Física

UFPA – Universidade Federal do Pará

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Cronograma de atividades	65
Quadro 2. Tópicos abordados no segundo encontro	68
Quadro 3. Tópicos abordados no quarto encontro	75
Quadro 4. Tópicos abordados no quinto encontro	87

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Força de interação entre cargas elétricas	32
Fig. 2. Campo elétrico em um ponto P	33
Fig. 3. Experimento de Faraday	34
Fig. 4. A coluna de Volta	36
Fig. 5. Movimento de elétrons no interior de um condutor metálico	39
Fig. 6. Sentido real e convencional da corrente elétrica	40
Fig. 7. Corrente que atravessa uma seção de reta A do fio condutor	40
Fig. 8. Resistor ôhmico e não ôhmico	43
Fig. 9. Símbolos dos elementos de um circuito elétrico	47
Fig. 10. Associação de resistores em série	48
Fig. 11. Associação de resistores em paralelo	49
Fig. 12. Eletroímã	53
Fig. 13. (a) Polos de um ímã que possuem nomes diferentes se atraem. (b) Polos de um ímã de mesmo nome se repelem	54
Fig. 14. Configuração das linhas de força do campo magnético em um ímã	55
Fig. 15. Campo magnético terrestre	55
Fig. 16. Vento solar interagindo com o campo magnético terrestre	56
Fig. 17. Aurora boreal.....	56
Fig. 18. Inseparabilidade dos polos de um ímã	57
Fig. 19. O campo magnético em um ponto P devido à corrente que passa pelo elemento de comprimento é dado pela Lei de Biot-Savart.....	58
Fig. 20. Fluxo de campo magnético através de um elemento de área	60
Fig. 21. Experimento simples demonstrando a lei de indução de Faraday	62
Fig. 22. Simulação Phet de processo de eletrização por atrito.....	70

Fig. 23. Simulação Phet do campo elétrico gerado por cargas	71
Fig. 24. Simulação Phet demonstrando a 1° lei de Ohm	77
Fig. 25. Simulação Phet ilustrando a 1° lei de Ohm	78
Fig. 26. Simulação Phet ilustrando a 1° lei de Ohm	78
Fig. 27. Simulação Phet ilustrando a 2° lei de Ohm	79
Fig. 28. Simulação Phet ilustrando a 2° lei de Ohm	79
Fig. 29. Simulação Phet ilustrando a 2° lei de Ohm	80
Fig. 30. Simulação Phet ilustrando a 2° lei de Ohm	80
Fig. 31. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico simples	81
Fig. 32. Simulação Phet mostrando passagem de corrente elétrica ao fechar a chave	82
Fig. 33. Simulação Phet de um circuito elétrico com duas lâmpadas	82
Fig. 34. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas em paralelo	83
Fig. 35. Simulação Phet de um circuito com amperímetros	83
Fig. 36. Simulação Phet de um circuito com amperímetro para a medição de corrente elétrica total	84
Fig. 37. Simulação Phet de um circuito simples	85
Fig. 38. Simulação Phet ilustrando um curto-circuito	85
Fig. 39. Simulação Phet ilustrando as linhas de indução de um campo magnético gerado por um ímã	89
Fig. 40. Simulação Phet ilustrando o campo magnético terrestre	90
Fig. 41. Simulação Phet para investigar a indução eletromagnética	91
Fig. 42. Simulação Phet ilustrando a corrente elétrica induzida na espira, fazendo a lâmpada acender	92
Fig. 43. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas	93

Fig. 44. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas.....	93
Fig. 45. Simulação Phet ilustrando a relação entre a frequência de giro do ímã e a intensidade do brilho da lâmpada.....	94
Fig. 46. Grupo 1 e jogo Roleta da Eletricidade.....	95
Fig. 47. Grupo 2 e o jogo de tabuleiro Eletromag.....	100
Fig. 48. Caixa do jogo Eletromag.....	100
Fig. 49. O Tabuleiro, o dado, as peças e as cartas.....	102
Fig. 50. Exemplo de pergunta nível fácil.....	102
Fig. 51. Pergunta nível intermediário.....	102
Fig. 52. Pergunta nível difícil.....	103
Fig. 53. Carta surpresa.....	103
Fig. 54. Grupo 3 e o jogo Elétron.....	104
Fig. 55. Grupo 4 e o Jogo dos Elétrons.....	106
Fig. 56. Tabuleiro do Jogo dos Elétrons.....	107
Fig. 57. Exemplo de pergunta da casa laranja.....	107
Fig. 58. Exemplo de pergunta da casa verde.....	108
Fig. 59. Carta estrela.....	108
Fig. 60. Aplicação do Jogo da Roleta.....	109
Fig. 61. Alunos jogando Eletromag.....	110
Fig. 62. Alunos jogando Elétron.....	111
Fig. 63. Prática do Jogo dos elétrons.....	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Quantitativo de acertos do questionário inicial.....	118
Gráfico 2. Quantitativo de acertos do questionário inicial após a sequência didática	119
Gráfico 3. Pergunta 1 do questionário avaliativo da sequência didática.....	122
Gráfico 4. Pergunta 2 do questionário avaliativo da sequência didática.....	122
Gráfico 5. Pergunta 3 do questionário avaliativo da sequência didática.....	123
Gráfico 6. Pergunta 4 do questionário avaliativo da sequência didática.....	124
Gráfico 7. Pergunta 5 do questionário avaliativo da sequência didática.....	125
Gráfico 8. Pergunta 6 do questionário avaliativo da sequência didática.....	126
Gráfico 9. Resultado do questionário avaliativo	127

RESUMO

O lúdico no processo de ensino-aprendizagem de Física:
Uma Sequência Didática para a construção de conceitos de eletricidade
no Ensino Fundamental.

Wyber da Trindade Gester

Orientadora:

Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Ao analisarmos a realidade do ensino de Física nas escolas brasileiras, encontraremos inúmeras lacunas entre o assunto que foi abordado em aula e o que o aluno conseguiu internalizar desse assunto. A partir disso, buscam-se novas propostas pedagógicas que auxiliem o professor em seu objetivo fundamental, que visa um aprendizado significativo de seus alunos. Nesta perspectiva, o presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de se construir um ambiente lúdico em sala de aula, proporcionando uma união entre o divertimento e o aprendizado de conceitos de eletricidade e eletromagnetismo. A pesquisa propõe o aluno como participante ativo do processo de construção de seu conhecimento, saindo do papel de mero expectador para o de ser protagonista de seu processo de aprendizagem. A pesquisa foi fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A experiência pedagógica foi aplicada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental de um colégio particular localizado na cidade de Ananindeua-Pa. A atividade lúdica despertou o interesse dos estudantes pelo assunto abordado na sequência didática, proporcionando um ambiente de prazer no processo de aprendizagem dos discentes da turma.

Palavras-chave: Ensino de Física, O lúdico no ensino de Física, Eletricidade, Eletromagnetismo.

Belém-Pará
Agosto-2019

ABSTRACT

The playful in the teaching-learning process of Physics:
A Didactic Sequence for the construction of electricity concepts
in elementary school

Wyber da Trindade Gester

Supervisor:

Prof. Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos

When analyzing the reality of physics teaching in Brazilian schools, we will find numerous gaps between the subject that was taught in class and what the student was able to learn about this subject. From this point, we seek new educational proposals that help the teacher in his main objective, which aims a meaningful learning from the students. In this sense, the present work was developed with the purpose of building a playful environment in the classroom, providing a union between fun and learning of concepts of electricity and electromagnetism. The research proposes the student in an active role in the process of building their knowledge, moving from being a mere spectator to being the protagonist of their learning process. The research was grounded in David Ausubel's Meaningful Learning. The educational experience was applied in a 9th grade elementary school class in a private school located in Ananindeua-Pa. The playful activity aroused the student's interest in the subject approached in the didactic sequence, providing an environment of pleasure in the learning process of the students of this group.

Keywords: Physics education, The ludic in the teaching of Physics, Electricity, Electromagnetism.

Belém-Pará
Agosto-2019

Sumário

1. Introdução	18
2. Ensino de Física: o lúdico instrumentalizando a aprendizagem significativa.....	21
2.1. O Lúdico no Ensino de Física	21
2.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa	25
3. Conteúdo de Física da Sequência Didática.....	29
3.1 Eletrostática	29
3.2. Corrente elétrica e Leis de Ohm	35
3.3. Potência elétrica e consumo de energia, circuitos e aparelhos elétricos.	44
3.3.1. Geradores Elétricos	45
3.3.2. Receptores Elétricos.....	46
3.3.3. Resistores.....	46
3.3.4. Associação de Resistores em Série	47
3.3.5. Associação de Resistores em Paralelo.....	49
3.4. Eletromagnetismo	51
3.4.1. Breve Histórico do Eletromagnetismo	51
3.4.2. Propriedades Magnéticas dos Imãs	53
3.4.3. Campo Magnético de Correntes Elétricas	57
3.4.4. Indução Eletromagnética	59
4. Descrição e Desenvolvimento da Sequência Didática	63
4.1 Primeiro Encontro	66
4.2 Segundo encontro.....	68
4.3 Terceiro encontro.....	72
4.4 Quarto encontro.....	73
4.5 Quinto encontro	86

4.6 Sexto encontro.....	95
4.7 Sétimo encontro.....	108
4.8 Oitavo encontro.....	113
5. Discussões sobre a proposta do produto educacional	114
6. Análise dos Resultados	116
6.1. Análise do Questionário de Conhecimentos Prévios	117
6.2. Análise do Questionário de Opinião da Sequência Didática	121
6.3. Análise do Questionário Avaliativo.....	126
7. Considerações finais	128
Referências Bibliográficas	131
Apêndice A – Produto Educacional	136
Apêndice B – Questionário Avaliativo Final.....	170

1. Introdução

Embora o ensino de Ciências e, em especial, de Física, tenha evoluído no decorrer dos anos, ainda é um processo onde se encontra grandes dificuldades de modo geral, desde a formação do profissional da educação até o problema estrutural de nossas escolas. No tocante ao problema de formação de professores, podemos destacar a ausência de uma política pública que valorize a profissão, com um grande desprestígio dos cursos de licenciatura. Junta-se a isso os problemas estruturais nas escolas, como ausência de laboratórios de ciências e de informática, que proporcionariam uma maior interação com os conceitos estudados em sala de aula e o dia-a-dia do estudante.

De fato, o processo de ensino-aprendizagem de Física vem sendo feito de modo que o aluno não associa o que aprendeu com o seu cotidiano. Assim, de acordo com Neto e Pacheco (2001, p. 17):

Ao longo de quase 160 anos, o processo escolar de ensino-aprendizagem dessa ciência tem guardado mais ou menos as mesmas características. Um ensino calcado na transmissão de informações através de aulas quase sempre expositivas, na ausência de atividades experimentais, na aquisição de conhecimentos desvinculados da realidade. Um ensino voltado primordialmente para a preparação aos exames vestibulares, suportado pelo uso indiscriminado do livro didático ou materiais assemelhados e pela ênfase excessiva na resolução de exercícios puramente memorísticos e algébricos [...]. Um ensino que apresenta a Física como uma ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável.

Os referidos autores sintetizam o cenário que em geral encontramos no ensino de Física, onde demonstra que vários problemas identificados no Brasil não são exclusividade de uma época, mas trazem um viés histórico-cultural constituído de características atemporais do nosso ensino das ciências físicas e naturais: o método expositivo, a dependência excessiva do livro didático, a ausência da prática experimental, o currículo desatualizado e

descontextualizado, o reduzido número de aulas e a profissionalização insuficiente do professor (PEDRISA, 2001; DIOGO; GOBARA, 2007).

Com um pouco mais de uma década lecionando Física no ensino fundamental e no ensino médio em escolas particulares de Belém, ficou evidente que a disciplina Física é uma das disciplinas em que os alunos mais sentem dificuldades de aprendizado. Alguns fatores contribuem para esse quadro, como o desinteresse pelos estudos, pela inibição de participar das aulas ou mesmo a metodologia utilizada pelo professor. Diante desse contexto, veio a reflexão de como estimular o interesse e motivação pelo aprendizado, em especial, da Física.

É importante e necessário que o professor busque sempre por novas metodologias e propostas de ensino que propiciem o processo de ensino-aprendizagem mais atraente, dinâmico e disponível ao seu alunado. Nesta perspectiva, o uso de instrumentais, materiais didáticos, atividades lúdicas, softwares, dentre outros, podem ser ferramentas que necessitam ser analisadas para que possamos identificar de que forma podem facilitar e/ou cooperar no processo de ensino-aprendizem.

A ferramenta escolhida para esse desafio nesta pesquisa foi a ludicidade. O lúdico tem o potencial de tornar o aprendizado mais prazeroso e dinâmico. De acordo com alguns autores como Kishimoto (2007) e Huizinga (2007), a prática lúdica, com o uso de jogos e recursos diversos, como vídeos e simuladores, proporciona uma ferramenta facilitadora do aprendizado. Então, o objetivo da pesquisa é proporcionar um ambiente escolar, fazendo uso do lúdico, onde o aluno passa a ser participante ativo do processo de construção de seu conhecimento.

Para discutir a nossa proposta, a dissertação foi estruturada de acordo com a padronização exigida pelo programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), bem como seguindo a lógica da pesquisa. O capítulo 2 intitulado - Ensino de Física: o lúdico instrumentalizando a aprendizagem significativa - trata da importância do lúdico no processo de ensino-aprendizagem a ser implementada em sala de aula e da fundamentação teórica utilizada na pesquisa, a aprendizagem significativa de David Ausubel.

No capítulo 3 – Conteúdo de Física da Sequência Didática – vem trazer a descrição do conteúdo de Física abordado na pesquisa, a eletricidade. Foi subdividido em quatro tópicos que serão explicitados no capítulo seguinte. O capítulo 4 – Descrição e Desenvolvimento da Sequência Didática - trata da descrição e do desenvolvimento do trabalho formatado em uma proposta de Sequência Didática. O capítulo 5 – Discussões sobre a proposta do produto educacional – promove uma breve discussão sobre o produto aplicado, contendo algumas sugestões para o seu uso de acordo com a realidade do professor. O capítulo 6 - Análise dos resultados - apresenta os resultados obtidos na pesquisa apresentando análises do material empírico que fundamenta a elaboração do produto. O capítulo 7 – Considerações Finais - descreve nossas considerações finais e perspectivas futuras no qual o presente trabalho venha a contribuir para a melhoria do ensino de Física. Após as referências bibliográficas são apresentadas os apêndices que explicitam o produto educacional da dissertação e questionário de avaliação dos discentes.

2. Ensino de Física: o lúdico instrumentalizando a aprendizagem significativa

Neste capítulo discorreremos acerca da prática lúdica como ferramenta para melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Física fundamentada na aprendizagem significativa de David Ausubel.

2.1. O Lúdico no Ensino de Física

Nas escolas do Ensino Fundamental ou Médio, da rede particular ou rede estadual, é bastante comum encontrarmos alunos insatisfeitos em relação a proposições das aulas de disciplinas como Química, Matemática ou Física, e a isso se deve muito pelo caminho escolhido pelo professor no processo de ensino-aprendizagem. As aulas dessas disciplinas são, no geral, ministradas de forma mecanicista, muitas vezes apenas com a apresentação de formulários e cálculos de forma abstrata e sem significado para o aluno. Dessa forma, o aluno foca a sua dedicação à memorização das equações e métodos de resoluções das mesmas, deixando o conceito científico em segundo plano.

Nesse sentido, Pietrocola (2009, p. 127) nos diz que devemos:

Constatar um grave problema na forma como a educação científica vem sendo praticada. Nas áreas em que a matematização desenvolveu-se de forma acentuada, como na Física e na Química, acredita-se que as fórmulas precedem as ideias. Em situações mais extremas, as fórmulas acabam por concentrar os esforços dos educadores, que de forma inconsciente relegam as ideias ao segundo plano. Essa prática extirpa da ciência seu material mais precioso, pois sem as ideias o conhecimento científico é matéria morta.

Assim, de acordo com Oliveira (1999) ensinar Ciências não se restringe a transmitir informações ou apresentar apenas um caminho, mas é ajudar o aluno a tomar consciência de si mesmo, dos outros e da sociedade.

Dessa forma, o ensino deve trazer mudanças de pensamentos e atitudes ao estudante, criando condições para que ele seja modificador ativo da sociedade em que vive. Para Paulo Freire (1987, p. 60):

Não é de estranhar, pois, que nesta visão “bancária” da educação os homens sejam vistos como seres de adaptação, do ajustamento quando mais se exercitam os educandos no arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica que resultaria a sua inserção no mundo como transformadores dele! Como sujeitos.

Frente a esse contexto, nota-se que ao longo dos tempos a educação tem vivenciado a necessidade de pesquisas de propostas pedagógicas, considerando as múltiplas dificuldades que as escolas apresentam em realizar um trabalho de qualidade e são inúmeros os desafios que os educadores enfrentam para desempenharem suas atividades escolares e tornarem-se formadores de opiniões (SANTOS, COSTA e MARTINS, 2015).

As reflexões apresentadas nos levam a questionar de que maneira a prática educativa lúdica pode atuar como ferramenta facilitadora à aprendizagem?

TEIXEIRA e VOLPINI (2014) consideram que o brincar auxilia na aprendizagem fazendo com que as crianças criem conceitos, ideias, em que se possam construir, explorar e reinventar os saberes. Refletem sobre sua realidade e a cultura em que vivem.

Concordo com Santos e Jesus (2010) quando afirmam que o lúdico é uma estratégia insubstituível para ser usada como estímulo na construção do conhecimento humano e na progressão das diferentes habilidades operatórias, além disso, é uma importante ferramenta de progresso pessoal e de alcance de objetivos institucionais.

A palavra lúdico vem do latim ludus e significa brincar ou jogar (MASSA, 2013, p. 113).

Segundo PIAGET (1998, pag. 62), “o jogo não pode ser visto apenas como divertimento ou brincadeira para desgastar energia, pois ele favorece o

desenvolvimento físico, cognitivo, afetivo e moral”, ou seja, o desenvolvimento da criança e do adolescente acontece através do lúdico. Ela precisa brincar para crescer, precisa do jogo como forma de equilíbrio com o mundo.

De acordo com Santos (1995, p. 33) devemos considerar a:

...Necessidade de adequar os materiais e os espaços das brincadeiras para que contribuam com o desenvolvimento cognitivo, físico, emocional, social e moral, sem que se perca a característica do brincar como ação livre iniciada e mantida pela criança...

É fato que a prática lúdica acompanha o desenvolvimento do conhecimento do indivíduo, desde a infância até a fase adulta, constituindo em um poderoso recurso educacional. Desse modo, concordamos com Lopes (2001, p. 23) quando afirma que:

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.

Um autor bastante citado nas pesquisas relacionadas à utilização de jogos como ferramenta educacional é Johan Huizinga. De acordo com Huizinga (2007, p. 33), a definição de jogos:

É uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana.

Huizinga (2007, p. 32) enxerga o jogo como elemento da cultura humana. Para ele, “A existência do jogo não está ligada a qualquer grau determinado de civilização ou a qualquer concepção do universo”.

É verdade que jogos e a prática lúdica estão presentes desde os princípios da humanidade. Para Elkonnin (1998) e Alves (2003) o jogo, assim como as artes, surgiram após o homem ter adquirido habilidades para confeccionar e utilizar ferramentas de trabalho, para a adaptação e transformação da natureza que o cercava. A natureza social do homem propicia a prática de jogos.

Sobre a presença de jogos na história do homem, Murcia (2005, p. 9) considera que:

O jogo está intimamente ligado à espécie humana. A atividade lúdica é tão antiga quanto à humanidade. O ser humano sempre jogou, em todas as circunstâncias e em todas as culturas. Desde a infância, joga às vezes mais, às vezes menos e, através do jogo, aprendeu normas de comportamento que o ajudaram a se tornar adulto; portanto aprendeu a viver. Atrevo-me a afirmar que a identidade de um povo está fielmente ligada ao desenvolvimento do jogo, que por sua vez, é gerador de cultura.

Portanto, em algum momento de sua vida, a grande maioria dos discentes já teve contato com algum jogo, seja de tabuleiro ou de cartas, que são os mais recorrentes.

De acordo com Kishimoto (2002) e Ferrarezi (2004), embora já se tenha estudos no que se refere a uso de jogos educativos na Grécia e Roma antigas, foi a partir do século XVI e principalmente no século XVII, com o advento do Renascimento, que se observa uma ampla utilização do jogo como recurso para ensinar leitura e cálculo.

Elkonnin (2009) apud Carcanholo (2015) faz referência ao jogo protagonizado, isto é, a brincadeira que a criança assume diante da realidade que observa e, por condições inerentes ao contexto que a limita agir de acordo com esta realidade, faz com que a criança crie ou protagonize papéis. Nesse

processo de jogo protagonizado, a criança transforma suas ações e atitude diante da realidade.

Elkonin (2009, p. 80) discorre sobre o jogo protagonizado considerando que:

Esse jogo nasce no decorrer do desenvolvimento histórico da sociedade como resultado da mudança de lugar da criança no sistema de relações sociais. Por conseguinte, é de origem e natureza sociais. O seu nascimento está relacionado com condições sociais muito concretas da vida da criança na sociedade e não com a ação de energia instintiva nata, interna, de nenhuma espécie.

Nesta perspectiva, nosso objetivo é utilizar o lúdico em sala de aula como ferramenta que possibilite criar um ambiente de divertimento associado a um processo construtivo de aprendizagem dos conceitos de eletricidade em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental.

2.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa

De acordo com Moreira (2006), para Ausubel (1978), o aspecto principal para se obter uma aprendizagem significativa é ensinar a partir daquilo que o aluno já sabe, ou seja, o que já se encontra em sua estrutura cognitiva. Esse conhecimento específico que o aluno já contém é chamado de conceito subsunçor ou simplesmente de subsunçor (Moreira e Masini, 2001). Fundamentado em Ausubel (1978, p. 4), podemos considerar que “se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”.

Assim, podemos dizer então que o subsunçor representa o conhecimento prévio, um conceito ou ideia que o aluno já tem em sua estrutura cognitiva, que pode ter muitos significados. Segundo Santos (2008) quando um

novo conteúdo é incorporado e se adquire um significado para esse conteúdo a partir de seu conhecimento prévio, a aprendizagem se torna mais significativa.

David Ausubel ainda reforça que para que a aprendizagem seja efetivamente significativa, o novo conhecimento deve ser internalizado de forma não arbitrária e não literal. Para o referido autor (1978, p.41):

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (isto é, um subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativa.

Nesta perspectiva, ainda sobre o conceito de subsunçor, Moreira (2010, p. 18) nos diz que:

À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. São formados novos subsunçores que interagem entre si. Neste sentido a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído.

Assim sendo, o conceito subsunçor vai adquirindo gradativa e progressivamente mais significados, auxiliando na aprendizagem de novos conceitos e essa é, segundo Coll, Marchesi e Palácios (2007), a aprendizagem significativa mais comum a acontecer, chamada de aprendizagem significativa subordinada.

Segundo Ausubel, quando não há ocorrência da aprendizagem significativa, se efetiva a chamada aprendizagem mecânica, que é a aprendizagem no qual o aluno armazena o novo conteúdo de forma arbitrária e isolada, não relacionando com algo que já é conhecido, fazendo com o que o

aluno apenas memorize ou decore a informação, podendo esquecê-la em seguida.

Porém, embora a aprendizagem significativa seja preferida em relação à aprendizagem mecânica, esta última tem papel importante na formação de subsunçores de conceitos ou conteúdos desconhecidos pelo indivíduo, ou seja, alguns conceitos subsunçores podem ter origem em atividades de memorização (Moreira e Masini, 2001).

Ainda assim, mesmo que o professor identifique a presença dos subsunçores na estrutura cognitiva de seus alunos, apenas isso não é suficiente para a efetivação da aprendizagem significativa. Ausubel (2003, p. 72) nos diz que:

A aprendizagem significativa exige que os aprendizes manifestem um mecanismo de aprendizagem significativa (ou seja, uma disposição para relacionarem o novo material a ser apreendido, de forma não arbitrária e não literal, à própria estrutura de conhecimentos) e que o material que apreendem seja potencialmente significativo para os mesmos, nomeadamente relacional com as estruturas de conhecimento particulares, numa base não arbitrária e não literal.

Moreira (2006) nos diz que, para Ausubel, o armazenamento de conceitos é organizado de forma hierárquica, de forma que conhecimentos específicos são ligados e assimilados por conhecimentos mais gerais e inclusivos.

Os organizadores prévios são, de acordo com Moreira (2008), recursos instrucionais que potencializam a facilitação da ocorrência da aprendizagem significativa, que servem de pontes cognitivas entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa aprender. Nesse sentido, o professor deve ter sensibilidade de escolher ou construir um material que seja potencialmente significativo que vise diminuir as distâncias entre o que precisa ser aprendido e o que o aluno já contém em sua estrutura cognitiva.

Sintetizando, podemos dizer que existem então duas condições facilitadoras da aprendizagem significativa. Uma é que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo. A outra é que o aluno deve ter predisposição para aprender significativamente. Esta pesquisa pretende atender as duas condições.

Visando atender a primeira condição, foram elaborados materiais instrucionais variados, utilizando recursos diversos, como vídeos, slides, animações, simuladores, experimentos e textos contendo os princípios e conceitos principais da eletricidade. O objetivo principal desse material é propiciar a construção dos subsunçores necessários aos alunos.

Para atender a segunda condição necessária para a obtenção da aprendizagem significativa, os alunos são estimulados pela proposta lúdica que envolve a metodologia utilizada na pesquisa, onde cada grupo de estudantes criará um jogo para aplicar os conceitos adquiridos, criando assim um ambiente de descontração, divertimento e aprendizagem, simultaneamente.

Dessa forma, acreditamos que a prática lúdica, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, pode se tornar uma ferramenta com grande potencial ao favorecimento do ensino não só de Física, mas de qualquer disciplina, buscando uma participação ativa do aluno na construção de seu próprio conhecimento de forma integrante e motivadora.

3. Conteúdo de Física da Sequência Didática

3.1 Eletrostática

Historicamente, o primeiro registro que se tem notícia de um fenômeno eletrostático foi do filósofo pré-socrático grego Tales de Mileto (640-546 a.C.) no qual observou que o âmbar, uma resina fóssil muito utilizada no artesanato, adquiria propriedade de atrair pequenos objetos após ser atritado com um pedaço de algum tecido.

Porém, foi apenas a partir da Idade Média que os fenômenos eletrostáticos começaram a ser mais bem compreendidos. No final do século XVI, o médico da rainha Elizabeth I, o inglês William Gilbert (1544 – 1603) publicou um trabalho que tratava dos fenômenos elétricos e magnéticos conhecidos até então. Neste tratado, entre outras coisas, Gilbert descobriu, através de experimentos realizados por ele mesmo, que a propriedade de atrair outros materiais ao ser atritado não era exclusividade do âmbar. Ele denominou esses materiais de elétricos.

Em meados de 1663, o alemão Otto Von Guericke (1602 - 1686) construiu um aparato que era capaz de eletrizar outros corpos por meio do atrito. Ele o chamou de Máquina Elétrica. Essa máquina consistia numa esfera de enxofre que girava usando uma manivela e ao girar, a esfera eletrizava-se ao atritar com as mãos. O aparato chamou a atenção na época por reproduzir os mesmos efeitos de quando se realizava o atrito com o âmbar, porém, numa escala maior. Com auxílio da máquina, Otto percebeu que os objetos eletrizados ora se atraíam, ora se repeliam, e isso dependia dos materiais utilizados nos experimentos. Também descobriu que os corpos poderiam se eletrizar sem necessariamente serem atritados, mas por aproximação, descobrindo assim o princípio da eletrização por indução.

Já no século XVIII, no ano de 1730, o inglês Stephen Gray (1666 – 1736), utilizando uma espécie de máquina elétrica, observou que determinados materiais conduziam a eletricidade e outros não. Aos materiais que conduziam eletricidade ele os chamou de condutores e aos que não conduziam, de

isolantes. Gray também descobriu uma nova forma de eletrização, a eletrização por contato, quando se faz apenas tocar um corpo já eletrizado em outro eletrizado ou neutro.

Alguns anos depois, em 1733, o francês Charles François de Cisternay Du Fay (1698 – 1739) também mergulhou nos estudos dos fenômenos elétricos e chegou a algumas conclusões importantes. Dentre elas, descobriu que todos os corpos, sem exceção, podem ser eletrizados, alguns com mais facilidade que outros, propriedade essa agora considerada como característica intrínseca da matéria. Du Fay também postulou que existiam dois tipos de eletricidade, que chamou de resinosa e vítrea e que os corpos que apresentavam o mesmo tipo de eletricidade se repeliam e os que apresentavam tipo diferente se atraíam.

Mais tarde, Benjamin Franklin (1706 – 1790), diplomata e cientista estadunidense chamou a eletricidade do tipo vítrea de positiva e a eletricidade do tipo resinosa de negativa (Nussenzveig, 1997). Para o referido autor (1997, p. 4):

A justificativa para esses nomes baseou-se em experiências realizadas por Franklin, que o convenceram de que o processo de eletrização não cria cargas; apenas as transfere de um corpo a outro. Normalmente, um corpo é neutro por ter igual quantidade de carga positiva e negativa: quando ele transfere carga de um dado sinal a outro corpo, fica carregado com carga de mesmo valor absoluto e sinal contrário. Essa hipótese de Franklin constitui a mais antiga formulação de um princípio fundamental da física, a lei de conservação da carga elétrica.

No estudo da eletrostática, consideramos apenas configurações de cargas em repouso a um determinado referencial inercial (Nussenzveig, 1997). Podemos também analisar a eletrostática como o estudo de cargas elétricas de um corpo cuja distribuição nesse corpo esteja equilibrada. Então, todos os fenômenos eletrostáticos envolvem cargas elétricas, mas o que é carga elétrica? De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014, p. 1), “A carga elétrica é uma propriedade intrínseca das partículas fundamentais de que é

feita a matéria; em outras palavras, é uma propriedade associada à própria existência das partículas”.

Foi Robert Andrews Millikan (1868 – 1953), físico norte-americano, com a sua famosa e importante experiência das gotas eletrizadas, que conseguiu determinar, pela primeira vez, em 1909, a natureza quantizada da carga elétrica. Nesse experimento, ele verificou que as gotículas de óleo eletrizadas apresentavam cargas elétricas que possuíam um valor que era sempre múltiplo inteiro de $1,602 \cdot 10^{-19}$ Coulomb (C). Ou seja, todo corpo eletrizado possui uma intensidade de carga elétrica dada por:

$$Q = \pm n \cdot e \quad (1)$$

Na equação (1), n representa o número de elétrons transferidos de corpo a corpo e e representa o valor mínimo de carga elétrica, chamada de carga elementar, que é a carga de um elétron e um próton, tendo o elétron carga de $-e$ e o próton de $+e$. Nesta equação, n é um número inteiro (...-2,-1, 0, 1, 2,...).

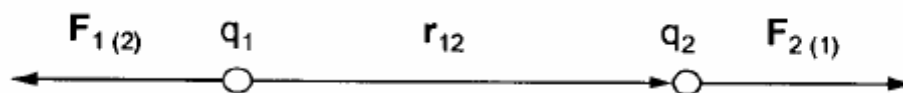
Para determinar quantitativamente o valor da força de interação entre corpos eletrizados, o engenheiro militar Charles Augustin de Coulomb (1736 – 1806), utilizando um instrumento denominado balança de torção, chegou a lei que hoje leva seu nome, a Lei de Coulomb. Nela, a força de interação entre cargas elétricas é diretamente proporcional ao produto das intensidades das cargas envolvidas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Em sua forma vetorial, temos a expressão para a lei de Coulomb:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12} \quad (2)$$

Na equação, r_{12} é a distância entre as duas partículas carregadas e $\hat{r}_{12} = r_{12}/r_{12}$ representa o vetor unitário da direção de 1 para 2 (Nussenzveig,

1997). ϵ_0 é a constante de permissividade, cujo valor no vácuo é $8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$.

Fig. 1. Força de interação entre cargas elétricas



Fonte: Nussenzveig, 1997, p. 7.

Para o caso de um sistema com mais de duas cargas elétricas, aplica-se o princípio da superposição de forças, onde o efeito que atua em cada carga elétrica é a resultante das forças, uma soma vetorial aplicada em cada uma das cargas elétricas do sistema (Nussenzveig, 1997). Podemos então escrever:

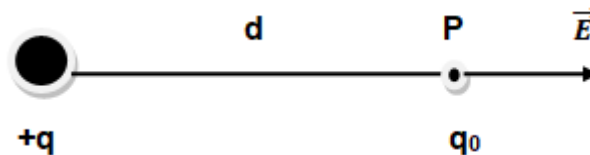
$$F_i = \sum_{j \neq i} F_{i(j)} = \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ji}^2} \hat{r}_{ji} \quad (3)$$

Como a força elétrica é uma força que não necessita de contato entre as cargas elétricas, ela é do tipo de força de campo. Forças de campo são forças que agem à distância, como a força elétrica, a força gravitacional e a força magnética, por exemplo. O campo então pode ser considerado como uma alteração nas propriedades do espaço que se encontra nas redondezas de uma carga elétrica (campo elétrico), de um corpo (campo gravitacional) ou de um ímã (campo magnético).

Cargas elétricas podem então interagir entre si através do estabelecimento de um campo elétrico em suas redondezas, aplicando forças umas nas outras. Então, um campo elétrico está associado a uma dada posição em relação à carga geradora do campo. Ou seja, em cada ponto do espaço, há uma determinada intensidade de campo elétrico onde uma carga de prova q_0 , colocado neste ponto, sofrerá a ação de uma força elétrica. A seguir

temos a figura 2 que mostra uma carga $+q$ que gera um campo elétrico em um ponto P a uma distância d . Ao colocarmos uma carga de prova q_0 neste ponto, esta fica sujeita a um campo elétrico \vec{E} .

Fig. 2. Campo elétrico em um ponto P



Fonte: Do Autor.

Define-se então o campo elétrico \vec{E} em termos da força elétrica exercida sobre uma carga de prova positiva q_0 em um ponto particular (Halliday, Resnick e Krane, 2010) como

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}. \quad (4)$$

A direção e o sentido de \vec{E} são os mesmos de \vec{F} , já que módulo da carga q_0 é um escalar positivo. Assim, o campo elétrico não depende da intensidade da carga de prova q_0 (Halliday, Resnick e Krane, 2010).

A partir do conceito de campo elétrico, podemos identificar uma importante aplicação, a da blindagem eletrostática e esta aplicação está relacionada com a Lei de Gauss. A lei de Gauss trata do fluxo de campo elétrico em uma superfície e auxilia na determinação de algumas propriedades de condutores em que haja carga elétrica (Halliday, Resnick e Krane, 2010).

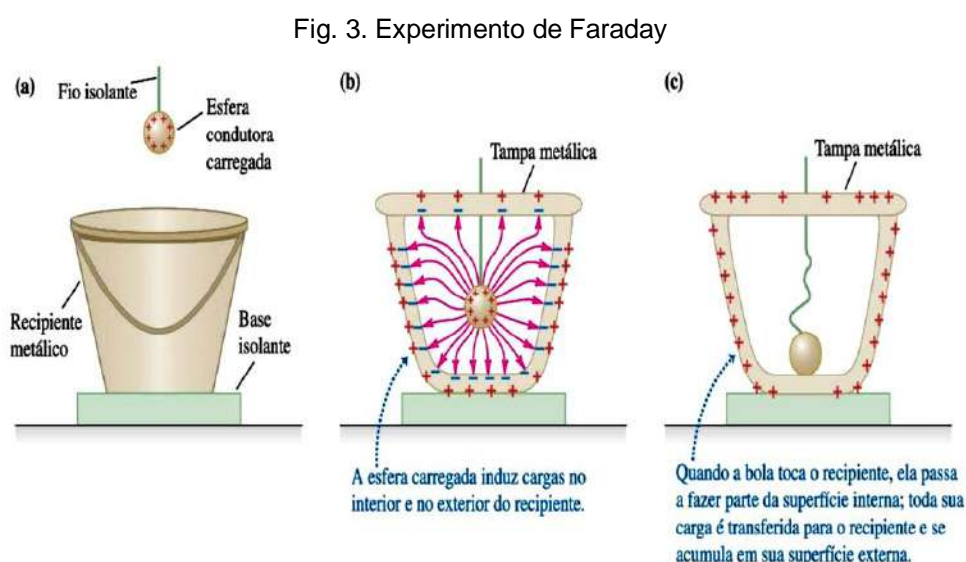
Dentre outras coisas, a lei de Gauss também pode nos ajudar a compreender como se dá a distribuição das cargas elétricas em corpos

condutores (Sears e Zemansky, 2015). Da lei de Gauss, pode-se chegar a conclusão de que a carga elétrica em um condutor fica distribuída em sua superfície externa.

De acordo com Halliday, Resnick e Krane (2010, p. 60) “uma carga excedente localizada em um condutor isolado desloca-se totalmente para a superfície externa do condutor. Nenhuma carga excedente permanece no interior do corpo do condutor”.

O primeiro a observar o acúmulo de cargas elétricas na superfície externa de um condutor foi Benjamin Franklin, em torno de 1775. Porém, o experimento mais famoso foi realizado pelo inglês Michael Faraday (1791 – 1867) que ficou conhecido como Gaiola de Faraday.

No experimento, Faraday suspendeu por um fio isolante uma esfera eletricamente carregada (fig. 3. a). Em seguida, a introduziu num balde condutor que estava sobre uma superfície isolante e o tampou (fig. 3. b) e tocou a esfera no balde. Verificou-se que a carga elétrica acumulou-se na superfície externa do balde, deixando o interior do balde com campo elétrico nulo (fig. 3. c) (Sears e Zemansky, 2015).



Fonte: Sears e Zemansky, 2015, p. 62.

De acordo com Sears e Zemansky (2015, p. 63):

O campo elétrico externo produz uma redistribuição dos elétrons livres do condutor, resultando em uma carga líquida positiva sobre algumas partes da superfície externa do condutor e uma carga líquida negativa sobre outras partes. Essa distribuição de cargas produz um campo elétrico adicional, de modo que o campo elétrico total é igual a zero em todos os pontos no interior da caixa, conforme previsto pela lei de Gauss.

Caso o condutor seja esférico, as cargas elétricas se distribuem praticamente de forma uniforme em sua superfície externa. Se o condutor apresentar regiões pontiagudas, as cargas elétricas tendem a se concentrar nessas regiões, aumentando a densidade superficial de carga elétrica σ , cuja unidade é dada por Coulomb/cm².

Essa concentração de carga elétrica nas pontas do condutor gera um efeito, chamado de efeito Corona ou poder das pontas. O campo elétrico nessas regiões se torna bastante intenso, facilitando a eletrização. Esse é o princípio por trás do funcionamento dos Para-raios.

Em um dia de chuva, as nuvens induzem cargas elétricas de sinais opostos nas pontas dos para-raios, e então ocorre uma descarga elétrica da nuvem para o para-raios, que estão ligados à Terra por meio de fios condutores, que escoam a eletricidade para o solo, protegendo o edifício e as pessoas próximas a ele.

3.2. Corrente elétrica e Leis de Ohm

No ano de 1772, o médico e fisiologista inglês John Walsh (1726 – 1795) realizou algumas experiências com *enguia*s e *arraias* que produziam choques, concluindo que os choques produzidos por esses peixes eram de natureza elétrica. Criou-se a ideia de que poderiam existir dois tipos de eletricidades. A comum, quando se eletrizavam os corpos por atrito, contato ou indução, e a eletricidade animal, que podia ser produzida por seres vivos.

Alguns anos mais tarde, em 1780, o médico italiano Luigi Galvani (1737 – 1798) era simpatizante da ideia da existência da eletricidade animal. Procurou compreender o fenômeno ligando o sistema nervoso de uma rã com uma placa de cobre e tocou nesta placa outra feita de ferro que estava em contato com a rã, formando uma espécie de circuito, observando uma contração muscular nas pernas da rã, concluindo dessa forma que realmente existia a eletricidade animal, conforme fora dito por John Walsh.

Alessandro Volta (1745 – 1827) se interessou pelo trabalho de Galvani e também investigou o fenômeno da eletricidade animal. Volta era professor na universidade de Pávia, na Itália, quando realizou alguns experimentos buscando compreender tal fenômeno. Para Galvani, a eletricidade que percorria o corpo da rã seria também observada caso as placas fossem do mesmo material. Porém, ao fazê-lo, Volta não detectou a eletricidade no corpo do animal. Para ele, a eletricidade era causada pelo contato entre dois metais diferentes, que serviam não apenas para conduzir a eletricidade, como também para criá-la. Em 1799 Volta construiu o que viria ser a precursora das pilhas atuais. Empilhou várias placas de zinco e cobre separadas por tecidos embebidos com água e sais em recipientes. Ao ligá-las com arcos metálicos, conseguiu produzir uma corrente elétrica contínua. O aparato ficou conhecido como coluna de Volta, como se pode verificar na figura 4.



Fonte: e-física, disponível em

http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/pilha/pilha_volta/, acesso em 19 de abril de 2019.

Mas o que vem a ser corrente elétrica?

Uma corrente elétrica é o movimento de cargas de uma região para outra (Sears e Zemansky, 2015). Podemos também dizer que o fluxo contínuo de elétrons ou de partículas carregadas em circuito fechado é chamado de corrente elétrica (Halliday, Resnick e Krane, 2010).

Porém, não é qualquer fluxo que determina corrente elétrica, mas um fluxo ordenado de partículas carregadas em um condutor devido à aplicação de uma diferença de potencial.

O que caracteriza um material ser um bom condutor é a presença de elétrons livres, que se movem em seu interior. Porém, o movimento dos elétrons é totalmente desordenado, sem direção privilegiada. Para obtermos um movimento ordenado desses elétrons, precisamos ter uma diferença de potencial (U), que pode ser fornecida por uma pilha ou bateria. A d.d.p pode ser entendida como a *diferença de energia potencial elétrica por unidade de carga* existente entre dois pontos de um condutor. A unidade de d.d.p é o volt (V).

Podemos fazer uma relação entre o campo elétrico \vec{E} e a diferença de potencial U aplicada em dois pontos, a e b, em um condutor. Para isso, partimos da definição de d.d.p, dada pela equação:

$$U = \frac{-W_{ab}}{q_0} \quad (5)$$

onde W_{ab} é o trabalho realizado sobre a carga elétrica q_0 .

Por sua vez, $-W_{ab}$ é dado por:

$$-W_{ab} = - \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{s} \quad (6)$$

Consideremos agora que uma carga q_0 se desloca de a para b imersa em um campo elétrico \vec{E} . Manipulando a equação (4) e substituindo na equação (6), temos:

$$-W_{ab} = - \int_a^b q_0 \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (7)$$

Introduzindo agora a equação (7) na equação (5), obtemos:

$$U = \frac{- \int_a^b q_0 \vec{E} \cdot d\vec{s}}{q_0}$$

Simplificando a equação acima, chegamos à equação:

$$U = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (8)$$

Essa relação entre campo elétrico e d.d.p é importante para entender o que acontece no condutor percorrido por uma corrente elétrica. Ao submeter o condutor a uma diferença de potencial entre dois pontos distintos, cria-se um campo elétrico em toda a extensão do condutor, fazendo com que uma força $\vec{F} = q_0 \vec{E}$ atue em cada carga elétrica, fazendo a partícula deslocar-se entre os dois pontos, determinando assim a corrente elétrica.

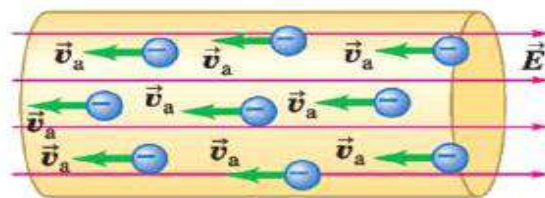
Desse modo, de acordo com Halliday, Resnick e Krane (2010, p. 108):

Os elétrons colidem com os íons da rede cristalina e transferem a energia para eles. O movimento de elétrons

individuais é bastante irregular, sendo composto de um curto período de aceleração no sentido oposto ao do campo elétrico, seguido de uma colisão com um íon que pode enviar o elétron em movimento com um sentido qualquer, seguido de outra aceleração e assim por diante.

O resultado é que, em média, os elétrons adquirem uma pequena velocidade em sentido oposto ao do campo elétrico, denominada de velocidade de arraste \vec{v}_a (Halliday, Resnick e Krane, 2010), como mostrado na figura 5.

Fig. 5. Movimento de elétrons no interior de um condutor metálico



Fonte: Sears e Zemansky, 2015, p. 147.

Matematicamente, podemos definir a corrente elétrica como a quantidade de carga elétrica dq que atravessa um condutor na unidade de tempo dt .

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (6)$$

A unidade de corrente elétrica, no sistema internacional de unidades, é o ampére (A).

$$1 \text{ ampére (A)} = 1 \text{ coulomb(C)/segundo(s)}$$

Historicamente, associa-se a corrente elétrica como o movimento de cargas positivas que vão do polo de potencial maior para o polo de potencial

menor. Essa é a corrente convencional. A corrente real se trata de cargas negativas que se deslocam do polo de potencial menor para o polo de potencial maior, de acordo com a figura 6 a seguir.

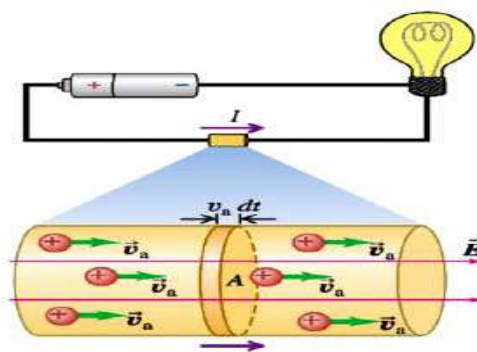
Fig. 6. Sentido real e convencional da corrente elétrica



Fonte: Infoescola, disponível em <https://www.infoescola.com/fisica/corrente-eletrica/>
 acesso em 19 de abril de 2019.

É interessante fazermos uma relação entre a corrente elétrica e a velocidade de arraste das cargas no interior do fio. A figura 7 mostra as cargas se deslocando sob influência de um campo elétrico estabelecido no condutor quando da aplicação de uma ddp no mesmo e nela vemos a corrente que passa através de uma seção reta A do fio.

Fig. 7. Corrente que atravessa uma seção de reta A do fio condutor



Fonte: Sears e Zemansky, 2015, p. 147.

No intervalo de tempo dt as partículas deslocam-se uma distância $v_a dt$ e o volume do cilindro da figura é dado por $A v_a dt$. Considerando n como sendo o

número de partículas com carga q cada uma que atravessam o cilindro, a carga que flui em seu interior é dado por

$$dQ = q(nAv_a dt) \quad (7)$$

Na equação (7), q é a carga elétrica de cada partícula, n é o número de partículas carregadas, A é a área da seção reta e v_a é a velocidade de arraste.

A corrente então será dada por

$$i = \frac{dQ}{dt} = nqv_a A \quad (8)$$

A partir da equação (8) define-se a grandeza densidade de corrente J , que é a corrente elétrica por área (A/m^2).

$$J = \frac{i}{A} = nqv_a \quad (9)$$

Podemos introduzir a informação do sentido da velocidade de arraste, encontrando dessa forma o vetor densidade de corrente.

$$\vec{J} = nq\vec{v}_a \quad (10)$$

Quando as partículas são aceleradas pelo campo elétrico, elas adquirem velocidade de arraste, logo, \vec{v}_a é proporcional a \vec{E} . A equação 10 nos mostra que a densidade de corrente também é proporcional a \vec{v}_a , o que indica que a densidade de corrente \vec{J} também seja proporcional ao campo elétrico \vec{E} (Halliday, Resnick e Krane, 2010). Essa relação é mostrada na equação 11.

$$\vec{E} = \rho \vec{J} \quad (11)$$

Onde ρ é a constante de proporcionalidade e é chamada de resistividade elétrica, que é característica do material com que é feito o condutor.

A equação (11) é denominada de lei de Ohm, pois foi desenvolvida pelo físico alemão Georg Simon Ohm (1789 – 1854). Ohm realizou experimentos com fios condutores de comprimentos e espessuras diversas, encontrando a relação da equação (11).

Caso o campo elétrico no condutor de comprimento L seja constante, temos $E = \frac{U}{L}$. Se a densidade de corrente também for uniforme, temos $J = \frac{i}{A}$,

temos para a resistividade ρ :

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{\frac{U}{L}}{\frac{i}{A}}$$

$$\rho = \frac{U}{L} \cdot \frac{A}{i} \quad (12)$$

A relação U/i é definida como resistência elétrica R

$$R = \frac{U}{i} \quad (13)$$

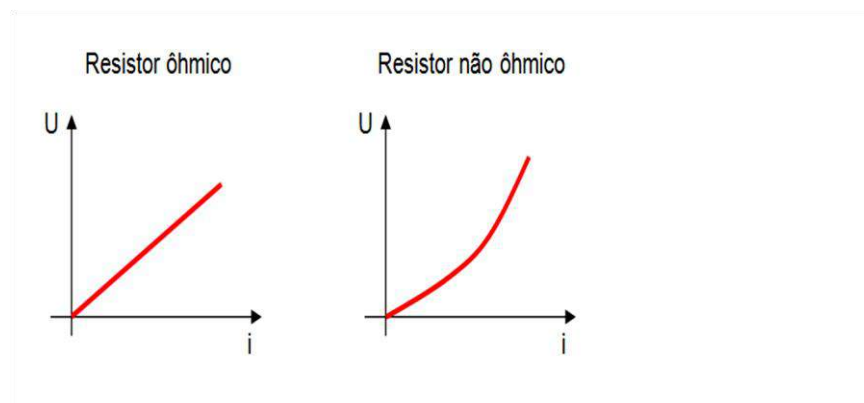
Combinando a equação (12) com a (13), temos:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (14)$$

De acordo com a equação (14), podemos entender que a resistência elétrica é característica do material com que é feito o condutor, assim como seu comprimento e a área da seção transversal. A unidade de resistência elétrica no sistema internacional de unidades (SI) é o ohm (Ω).

A partir da equação (13), pode-se medir diversos valores para a diferença de potencial U e seus respectivos valores de corrente elétrica i , obtendo-se um gráfico U versus i . Caso a curva encontrada seja uma reta, dizemos que o resistor é ôhmico, e sua resistência pode ser considerada constante, como ilustra a figura 8.

Fig. 8. Resistor ôhmico e não ôhmico



Fonte: Tudofísica, disponível em

<http://entendatudosobrefisica.blogspot.com/2014/10/primeira-lei-de-ohm.html>, acesso em 20 de abril de 2019.

3.3. Potência elétrica e consumo de energia, circuitos e aparelhos elétricos.

Para que uma carga elétrica dq seja transportada dentro de um condutor, é necessário aplicar sobre esta uma energia dada por $(dq)U$. Então, para manter uma corrente $i = dq/dt$ durante um intervalo de tempo dt é preciso fornecer uma energia (Nussenzveig, 1997):

$$dW = (idt)U$$

O que corresponde a uma potência, que por definição, é a energia consumida pelo tempo:

$$\frac{dW}{dt} = P = U \cdot i \quad (15)$$

Onde a potência é medida, no SI, em watt (W).

Quando as partículas atravessam o condutor, ao colidirem com os átomos da rede cristalina, transferem a estas parte de sua energia, fazendo com que os átomos vibrem com mais intensidade, aumentando a temperatura, transformando-se em energia térmica (calor). A este efeito de conversão de energia elétrica em calor denomina-se de Efeito Joule.

Podemos fazer uma relação importante entre potência P , corrente elétrica i , diferença de potencial U e a resistência elétrica R conforme as equações a seguir:

$$P = R \cdot i^2 \quad (16)$$

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (17)$$

Uma das aplicações mais importantes da corrente elétrica é o seu uso em circuitos elétricos. Um circuito elétrico é qualquer percurso fechado onde se possa estabelecer uma corrente elétrica estacionária (Sears e Zemansky, 2015). Um circuito é constituído por uma gama de elementos com funções específicas ligadas em série ou em paralelo entre si. Para Moraes e Teixeira (2006), para montarmos um circuito elétrico simples deve haver no mínimo um gerador, condutores, um receptor e/ou resistor. A seguir vamos caracterizar brevemente cada um desses elementos citados.

3.3.1. Geradores Elétricos

Para termos uma corrente estacionária em um circuito, é necessário um elemento que forneça energia que realize trabalho sobre as cargas elétricas, deslocando-as de um ponto de menor potencial para outro de maior potencial. Esses dispositivos o fazem a custo de outra forma de energia, como a mecânica, a química, térmica, etc. Ou seja, um gerador é um dispositivo que converte qualquer forma de energia em energia elétrica.

As pilhas e baterias são bons exemplos de geradores elétricos, onde podemos observar a conversão de energia química em energia elétrica. De acordo com HEWITT (2015, p. 432):

Baterias e geradores eletromagnéticos realizam um trabalho para levar cargas negativas para longe das positivas. Nas baterias químicas, esse trabalho é geralmente, mas nem sempre, realizado pela desintegração química do zinco ou do chumbo em ácido, com a energia armazenada nas ligações químicas sendo convertida em energia potencial elétrica. Geradores tais como os alternadores dos automóveis separam as cargas por indução eletromagnética.

Podemos afirmar que o gerador é o principal elemento do circuito elétrico, pois dele provém a energia para o deslocamento das cargas elétricas, ou seja, fornecem a d.d.p necessária para a manutenção da corrente elétrica. A d.d.p fornecida pelo gerador é denominada de força eletromotriz \mathcal{E} (fem).

3.3.2. Receptores Elétricos

Outros elementos que compõem um circuito são os receptores elétricos, que são caracterizados por serem dispositivos que têm por função converter energia elétrica em outra forma de energia não sendo térmica. São exemplos de receptores de grande importância os motores elétricos, que convertem a energia elétrica em energia mecânica, como nos ventiladores, liquidificadores e em tantos outros eletrodomésticos. Também são exemplos de receptores as lâmpadas, que transformam a energia elétrica em luminosa e os televisores, que convertem a energia elétrica em luminosa e sonora.

3.3.3. Resistores



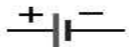

Um resistor ôhmico obedece à lei de Ohm e quando é percorrido por uma corrente elétrica apresenta uma queda de potencial dado pela equação $U = R \cdot i$ (Nussenzveig, 1997). No resistor é realizado o efeito Joule, que é a conversão de energia elétrica em calor, cuja potência é dada pela equação (16). Muitos aparelhos utilizam o efeito Joule em seu funcionamento, onde podemos citar sanduicheira, ferro de passar roupas, chapinha e secador de cabelo e o chuveiro elétrico.

Podemos citar ainda outros dispositivos bastante frequentes em circuitos elétricos que são os capacitores. Capacitores são elementos que têm por

função armazenar energia elétrica. Os capacitores planos são constituídos por duas placas paralelas chamadas de armaduras, separadas por uma pequena distância, que quando conectadas a um gerador, adquirem cargas de mesma intensidade, mas de sinais opostos. Assim que o capacitor se carregue completamente, ele possuirá a mesma d.d.p da bateria a qual fora conectado. Os flashes de câmeras fotográficas são exemplos de capacitores, assim como desfibriladores utilizados na medicina para reversão de quadros de fibrilação auricular ou ventricular.

Cada elemento do circuito elétrico possui uma representação que o identifica e as representações estão mostradas na figura 9.

Fig. 9. Símbolos dos elementos de um circuito elétrico

Símbolo	Elemento
	Resistor
	Capacitor
	Bateria
	Fio sem resistência

Fonte:

http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/5759/material/Eletricidade%20e%20eletronica%20nota%20de%20aula%201_Capacitores%20e%20Circuitos.pdf, acesso em 21 de abril de 2019.

Um circuito pode ser construído com uma gama de elementos que podem estar associados uns aos outros em série ou em paralelo. Podemos associar tanto geradores, receptores, capacitores e resistores dessas duas formas, porém, vamos nos ater apenas à associação de resistores.

3.3.4. Associação de Resistores em Série

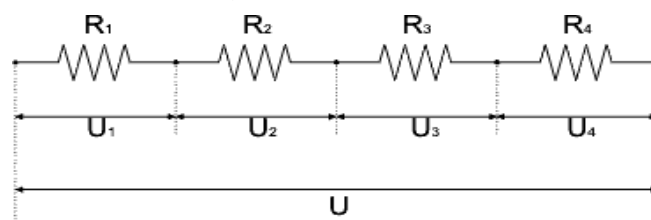
É muito comum em um circuito encontrarmos arranjos de dois ou mais resistores ligados entre si.

Ao analisarmos tais circuitos, é útil substituir o arranjo por uma única resistência equivalente R_{eq} cujo valor é escolhido de tal forma que a operação do circuito não é alterada (Halliday, Resnick e Krane, 2010).

Para o caso de resistores associados em série, como na figura 10, a corrente elétrica i é a mesma em todos os resistores da associação.

$$i_1 = i_2 = i_3 = i_4$$

Fig. 10. Associação de resistores em série



Fonte:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores.php>, acesso em 21 de abril de 2019.

Em cada resistor está associada uma d.d.p de acordo com a equação (13) e a soma das diferenças de potencial em cada elemento é resulta na diferença de potencial do gerador.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$$

$$R_{eq} \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i + R_4 \cdot i$$

Como a corrente i é a mesma em todos os resistores, podemos simplificar a equação acima, obtendo:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

Para n resistores associados em série, obtemos a equação:

$$R_{eq} = \sum_n R_n \quad (18)$$

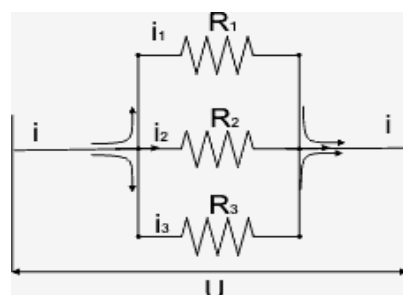
Logo, para encontrarmos a resistência equivalente de um arranjo de resistores em série, somamos a resistência individual de cada resistor do arranjo e, mantendo-se a d.d.p constante, quanto mais resistores em série, menor será a corrente elétrica que atravessa o circuito.

3.3.5. Associação de Resistores em Paralelo

Para o caso de associação de resistores em paralelo, como o da figura 11, observa-se que a diferença de potencial em todos os elementos da associação é a mesma e a corrente elétrica é dividida entre os resistores, com razão inversa à resistência do resistor, de acordo com a equação (13).

$$U_1 = U_2 = U_3 = U$$

Fig. 11. Associação de resistores em paralelo



Fonte:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores2.php>, acesso em 22 de abril de 2019.

A corrente i é a corrente total fornecida ao circuito pelo gerador. Na figura podemos notar que a corrente se divide e percorre cada resistor do arranjo, sendo que a soma das correntes em cada resistor resulta na corrente total i .

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

Manipulando a equação (13) e substituindo na equação acima, obtemos:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

A diferença de potencial é a mesma em todos os resistores. Podemos então simplificar a equação acima, chegando à equação (19) abaixo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (19)$$

Para n resistores em paralelo, temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_n \frac{1}{R_n} \quad (20)$$

No caso especial de apenas dois resistores em paralelo, podemos simplificar a equação (20) de tal forma que podemos escrever:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (21)$$

Analisando o arranjo de resistores em paralelo, chegamos à conclusão de que quanto mais resistores em paralelo, menor será a resistência equivalente e maior será a corrente elétrica a percorrer o circuito.

Nas instalações de rede elétrica em residências, usa-se a associação em paralelo, onde todos os aparelhos em funcionamento se encontram sob a mesma tensão elétrica, sendo de 110 V ou 220 V, dependendo da cidade ou região.

3.4. Eletromagnetismo

3.4.1. Breve Histórico do Eletromagnetismo

Além do âmbar, havia outro material que instigava os filósofos e cientistas desde a Grécia antiga. Desde o século VIII a.C, os gregos tinham o conhecimento de um minério de ferro que possuía a propriedade de atrair pedaços de ferro, mas sem interagir com a grande maioria dos outros materiais. Esse minério, um óxido de ferro (Fe_2O_3), é chamado de magnetita e tem esse nome por ser encontrado na região da Magnésia, localizada na Ásia Menor. Hoje a chamamos de imã.

Os chineses, ainda no século X a.C, já sabiam que uma agulha de magnetita se alinhava aproximadamente na direção norte-sul e a utilizavam para a navegação e orientação em grandes jornadas (Nussenzveig, 1997).

Apesar de ter uma aplicação prática, os conhecimentos acerca desses fenômenos eram praticamente nulos. Somente na Idade Média, a partir do século XII d.C, que as primeiras teorias foram sendo elaboradas.

Pierre Perelin de Maricourt (1220 – 1270) ou Petrus Peregrinus, como ficou mais conhecido, foi um engenheiro francês que realizou diversos experimentos buscando compreender os fenômenos magnéticos. No ano de

1269, Peregrinus publicou um trabalho que ficou conhecido como Epístola de Magnete. Nele explicou como identificar os polos de um ímã, descreveu com detalhes o funcionamento da bússola e tratou sobre as leis de atração e repulsão entre os polos de um ímã.

Já no final do século XVI, outro trabalho sobre o magnetismo chamou a atenção da comunidade científica. O inglês William Gilbert publicou no ano de 1600 um importante trabalho onde reunia e sistematizava todo o conhecimento sobre a eletricidade até então. Dentre suas descobertas, estão o princípio da inseparabilidade dos polos de um ímã e de que a Terra se comporta como um ímã gigante.

Porém, a grande revolução do eletromagnetismo aconteceu somente no século XIX, com o dinamarquês Christian Oersted (1777 – 1851) que observou uma deflexão de uma agulha magnética que se encontrava próxima a um fio condutor por onde percorria uma corrente elétrica. Após uma investigação mais apurada, estabeleceu que uma corrente elétrica gera ao redor uma espécie de campo magnético capaz de defletir a agulha magnética. A partir desse momento, o estudo da eletricidade e do magnetismo, que eram vistos como fenômenos diferentes e independentes, se unificaram, sendo agora denominado de eletromagnetismo.

Anos mais tarde, o inglês Michael Faraday (1791 – 1867) inventou o primeiro dispositivo capaz de converter corrente elétrica em movimento, o primeiro motor elétrico da história. Faraday então se perguntou se a conversão inversa era possível. Procurou conceber a conversão de movimento em corrente elétrica. Em 1831 fez um ímã se deslocar em movimento de vai e vem no interior de uma bobina, detectando uma corrente elétrica na mesma, descobrindo assim o fenômeno da indução eletromagnética.

Baseado nos trabalhos de Faraday, o físico escocês James Clerk Maxwell (1831 – 1879) desenvolveu a teoria que unificou os fenômenos eletromagnéticos com a luz. Maxwell observou que uma carga elétrica oscilante emitia radiação com a mesma velocidade da luz. Assim se estabeleceu que a luz era uma radiação eletromagnética.

3.4.2. Propriedades Magnéticas dos Imãs

Assim como cargas elétricas interagem com outras cargas elétricas exercendo forças de atração ou repulsão, assim também fazem os imãs. Os imãs são corpos que possuem a propriedade de exercer força magnética em outros imãs e em pedaços de ferro.

Há, em geral, dois tipos de imãs: os imãs naturais ou permanentes, que são formados por magnetita, e imãs artificiais, geralmente formados por ligas metálicas. Para que um material, uma barra de ferro, por exemplo, adquirir propriedades magnéticas, podemos realizar o processo de imantação. Há 3 processos de imantação de um material não magnético:

- Por atrito: ao atritar um imã em um pedaço de ferro sempre no mesmo sentido, fazemos com que este corpo possua temporariamente propriedades magnéticas.
- Por indução magnética: uma barra de ferro pode se imantar na presença de um campo magnético de um imã.
- Por corrente elétrica: ao enrolarmos um fio condutor em uma barra de ferro e fazer passar pelo fio uma corrente elétrica, a barra se torna um imã. Esse tipo de imã é denominado de eletroímã, como o da figura 12.

Fig. 12. Eletroímã

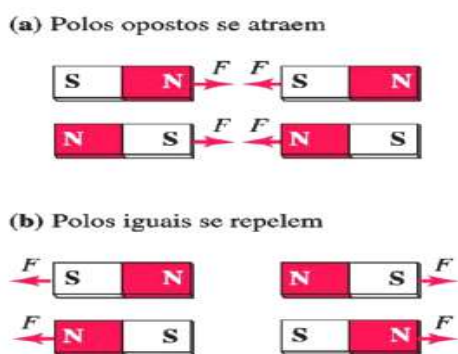


Fonte: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/ensino-eletromagnetismo-construindo-um-eletroima.htm>, acesso em 23 de abril de 2019.

“Antes de compreender a relação da interação magnética em termos de cargas em movimento, as interações de ímãs permanentes e de agulhas de bússolas eram explicadas com base em polos magnéticos” (Sears e Zemanschy, 2015, p. 219). Denominamos então os polos de um ímã de polo norte (N) e polo sul (S).

Se considerarmos ímãs em forma de barra, observaremos que polos de mesmo nome se repelem e polos de nomes diferentes se atraem, de acordo como o ilustrado na figura 13.

Fig. 13. (a) Polos de um ímã que possuem nomes diferentes se atraem. (b) Polos de um ímã de mesmo nome se repelem

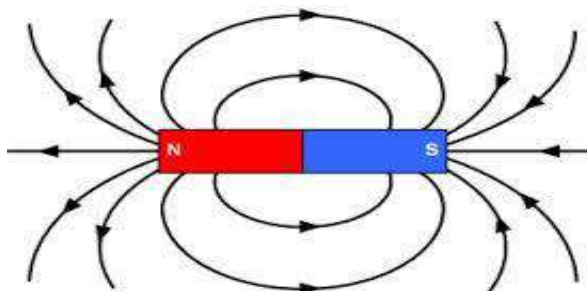


Fonte: Sears e Zemanschy, 2015, p. 219.

“Por analogia à interação elétrica, podemos descrever as interações mostradas na figura 13 afirmando que o ímã cria um campo magnético \vec{B} no espaço em torno dele e um segundo corpo sofre a ação desse campo. A agulha de uma bússola tende a se alinhar ao campo magnético do local onde ela está” (Sears e Zemanschy, 2015, p. 2019). O campo magnético é medido, no SI, em Tesla (T).

As linhas de força de campo magnético são linhas fechadas que “saem” do polo norte e “chegam” no polo sul e internamente, vão do sul para o norte, como mostra a figura 14.

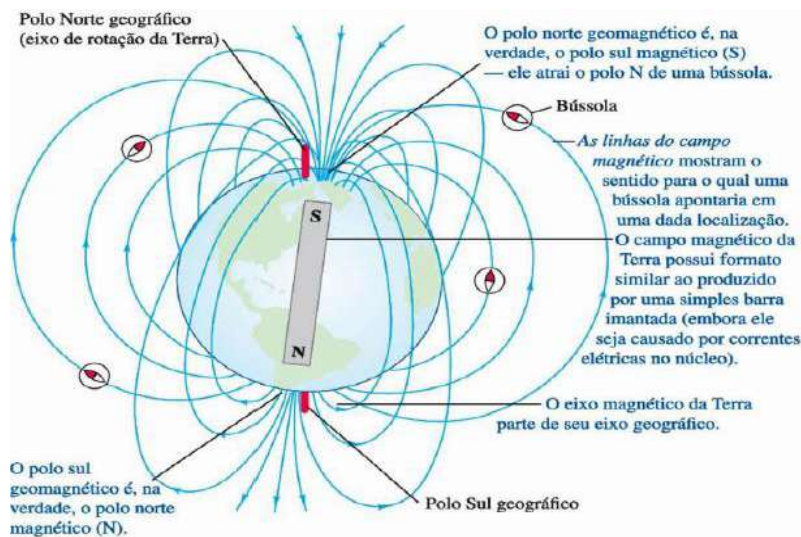
Fig. 14. Configuração das linhas de força do campo magnético em um ímã



Fonte: <https://www.imaeneodimio.com.br/fisica/>, acesso em 23 de abril de 2019.

A própria Terra é um imenso ímã. A figura 15 nos mostra que o polo norte magnético se encontra próximo ao sul geográfico enquanto que o polo sul magnético se encontra próximo ao norte geográfico e é por essa razão que a agulha de uma bússola aponta sempre aproximadamente para o norte geográfico.

Fig. 15. Campo magnético terrestre

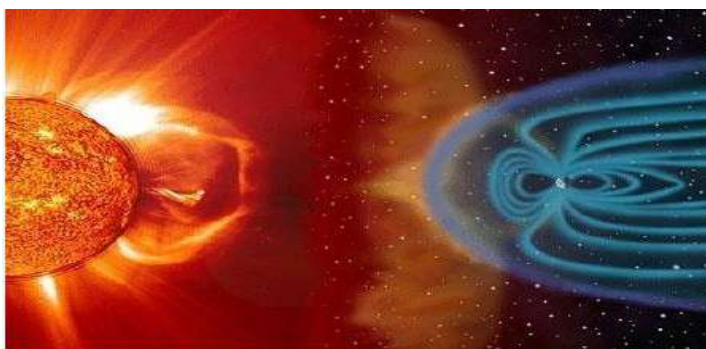


Fonte: Zears e Zemanschy, 2015, p. 220.

Acredita-se que a origem do campo magnético terrestre se deva a movimentação de ferro líquido no núcleo da Terra. Uma das evidências do campo magnético terrestre é o fenômeno denominado aurora boreal ou austral.

As auroras são resultados da interação de partículas carregadas oriundas do vento solar, como prótons, elétrons e partículas alfa. Esse vento solar tem origem na superfície externa do Sol, chamada corona. Quando as partículas entram em contato com o campo magnético da Terra, há uma corrente dessas partículas rumo aos polos e interagem com os gases das altas camadas da atmosfera, em especial o oxigênio e o nitrogênio, transferindo energia aos elétrons desses átomos. Ao receber a energia, os elétrons saltam para camadas mais externas e ao retornar à camada de origem, emitem radiação na forma de luz, o que provoca um belo espetáculo visual, ilustrado nas figuras 16 e 17.

Fig. 16. Vento solar interagindo com o campo magnético terrestre



Fonte: <http://lilith.fisica.ufmg.br/~crisina/climaespacial/2pagvento.html>, acesso em 23 de abril de 2019.

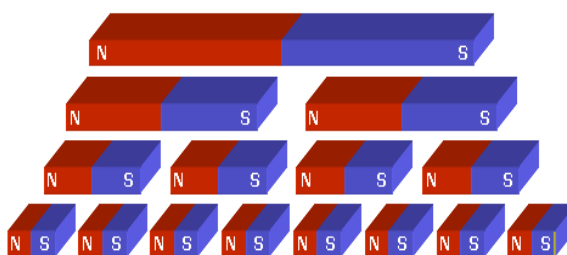
Fig. 17. Aurora boreal



Fonte: <https://azeheb.com.br/blog/aurora-boreal-e-austral-como-acontece/>, acesso em 23 de abril de 2019.

Outra propriedade importante dos ímãs é a inseparabilidade dos seus polos, explicitada na figura 18. Ao dividirmos um ímã em forma de barra, por exemplo, ao meio, aparecerão dois ímãs com os dois polos em cada um e se continuarmos a dividir o ímã, novos ímãs menores se formarão. Ou seja, na natureza existe a impossibilidade da existência de monopolos magnéticos e essa propriedade dá-se o nome de inseparabilidade dos corpos.

Fig. 18. Inseparabilidade dos polos de um ímã



Fonte: <http://profemmanuel.blogspot.com/2016/09/>. , acesso em 24 de abril de 2019.

3.4.3. Campo Magnético de Correntes Elétricas

Hans Christian Oersted (1777 – 1851) foi um químico e físico dinamarquês que observou pela primeira vez, em meados de 1820, que uma agulha magnética sofria deflexão ao se deixar, próximo à agulha, um fio condutor por onde passava uma corrente elétrica, estabelecendo a lei de que uma corrente elétrica cria ao redor um campo magnético.

“Tal como no caso do campo elétrico, existe um princípio de superposição dos campos magnéticos: O campo magnético total produzido por diversas cargas que se movem é a soma vetorial dos campos produzidos pelas cargas individuais” (Sears e Zemanschy, 2015, p. 266-267).

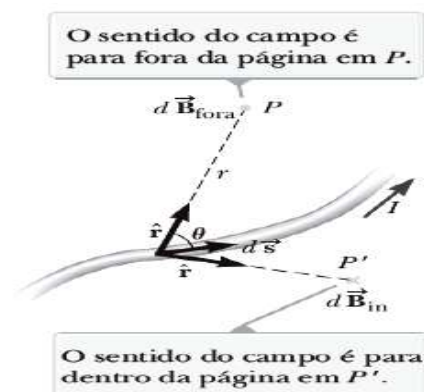
No mesmo ano que Oersted descobriu a relação entre corrente elétrica e magnetismo, Jean-Baptiste Biot (1774 – 1862) e Félix Savart (1791 – 1841) estudaram conjuntamente e formularam a lei que permitia calcular a intensidade do campo magnético em termos de corrente.

Então, Serway (2014, p. 156) descreve as características do campo magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre o fio condutor:

Experimentalmente, Biot e Savart mostraram que o campo magnético $d\vec{B}$ em um ponto P distante r do elemento de infinitesimal de comprimento $d\vec{s}$ tinha as seguintes propriedades:

1. O vetor $d\vec{B}$ é perpendicular a $d\vec{l}$ e ao vetor unitário \hat{r} direcionado a partir do elemento em direção a P.
2. O módulo de $d\vec{B}$ é inversamente proporcional ao quadrado da distância r .
3. O módulo de $d\vec{B}$ é proporcional à corrente i e ao comprimento ds do elemento.
4. O módulo de $d\vec{B}$ é proporcional a $\sin \theta$, em que θ é o ângulo entre $d\vec{s}$ e \hat{r}

Fig. 19. O campo magnético em um ponto P devido à corrente que passa pelo elemento de comprimento é dado pela Lei de Biot-Savart



Fonte: Serway, 2014, p 156.

Podemos então escrever a equação de Biot-Savart como sendo:

$$d\vec{B} = \frac{k_m i d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (22)$$

A constante k_m no SI vale 10^{-7} T.m/A. Ela é mais conhecida por $\mu_0/4\pi$, onde μ_0 é chamada de permeabilidade do vácuo e vale $4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A. Então, a lei de Biot-Savart pode ser escrita como:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i d\vec{s} \times \hat{r}}{4\pi r^2} \quad (23)$$

Para calcular o campo magnético total no ponto P, devemos integrar a equação 23.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (24)$$

3.4.4. Indução Eletromagnética

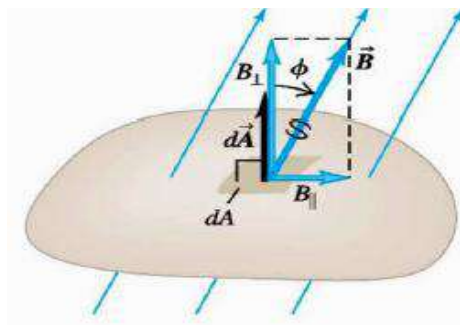
Praticamente todos os aparelhos que usamos em nosso dia-a-dia possuem e funcionam a partir de circuitos elétricos em seu interior. E como sabemos, para que uma corrente atravessasse um circuito é necessária uma fonte de energia elétrica, um gerador que fornece a força eletromotriz que movimenta as cargas elétricas no interior dos condutores. Mas nem sempre é uma bateria ou pilha que fornece essa energia, mas sim uma usina.

“Uma usina produz energia elétrica mediante a conversão de outras formas de energia: energia potencial gravitacional em uma usina hidrelétrica, energia química em uma usina termelétrica que queima carvão ou óleo e energia nuclear em uma usina nuclear” (Sears e Zemanschy, 2015, p. 304).

O princípio que uma usina se baseia é a Lei de Faraday. Esse princípio diz que quando se faz variar o fluxo magnético que passa por um condutor, neste é induzida uma fem. Vamos introduzir em primeiro lugar o conceito de fluxo magnético.

Podemos utilizar a Lei de Gauss também para calcular o campo magnético para distribuições de corrente elétrica em condutores usando simetria. Para isso, determinamos o fluxo magnético através de uma superfície, dividindo-a em elementos de área dA . Em cada elemento de área relacionamos uma componente vertical do campo magnético \vec{B} , de acordo com a figura 20.

Fig. 20. Fluxo de campo magnético através de um elemento de área



Fonte: Sears e Zemanschy, 2015, p. 266.

De acordo com a figura 15, temos que $B_{\text{perpendicular}} = \vec{B} \cos \Phi$, onde Φ é o ângulo entre a direção do campo magnético \vec{B} e normal da superfície. Podemos então definir fluxo magnético como:

$$d\Phi = B \cos \Phi dA = \vec{B} d\vec{A}$$

O fluxo magnético total é a soma das contribuições individuais de cada elemento de área dA .

$$\Phi_B = \int \vec{B} d\vec{A} \quad (25)$$

O fluxo é uma grandeza escalar e é medida em Weber (Wb). 1 (Wb) = (T.m²). De acordo com Halliday, Resnick e Krane (2010, p. 229):

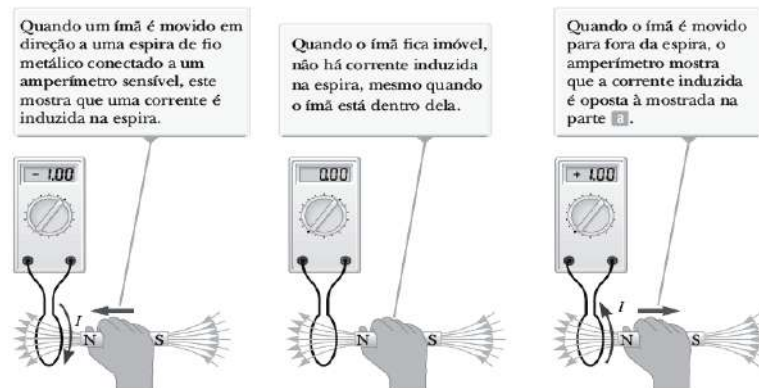
Em termos de fluxo magnético, a fem induzida em um circuito é dada pela lei de indução de Faraday, que diz que a intensidade da fem induzida em um circuito é a taxa com que o fluxo magnético que o atravessa varia com o tempo.

Podemos escrever matematicamente a lei de Faraday como mostrada na equação (26):

$$|\epsilon| = \frac{|d\Phi_B|}{dt} \quad (26)$$

Então, sempre que há variação temporal do fluxo magnético em um condutor, neste aparecerá uma fem induzida que produzirá uma corrente elétrica induzida. Um experimento bastante simples de demonstrar esse princípio é mover um ímã próximo a uma espira e com um amperímetro, que acusará se a corrente atravessa o condutor ou não, como é mostrado na figura 21.

Fig. 21. Experimento simples demonstrando a lei de indução de Faraday



Fonte: Serway, 2014 (adaptado), p 182.

A lei de indução de Faraday também é o princípio de funcionamento de motores elétricos, que são dispositivos que transformam energia elétrica em energia mecânica. Motores elétricos são bastante frequentes em residências, que se encontra em uma gama de aparelhos que utilizamos em nosso dia-a-dia, como ventiladores, liquidificadores e em alguns brinquedos.

Todo o conteúdo aqui apresentado foi transposto em nível de instrução do público-alvo, para adequação da aplicação do produto educacional, a sequência didática, que é nosso objetivo principal. O capítulo seguinte apresenta a descrição e o desenvolvimento da sequência didática referida.

4. Descrição e Desenvolvimento da Sequência Didática

A eletricidade é um fenômeno altamente atrelado ao nosso cotidiano, onde é fácil observar suas aplicações em diversas atividades e setores da laboração humana. Seja na indústria, tecnologia e lazer, a eletricidade está presente e é difícil imaginar nossas vidas sem ela.

Embora de suma importância, a eletricidade, assim como outros conteúdos de física, é permeado de lacunas em seu processo de ensino nas escolas do Brasil, devido a uma gama de situações existentes, como a pouca carga horária, falta de recursos didáticos e estruturais nas escolas, professores pouco comprometidos com a aprendizagem de seus alunos, entre outros. Logo, o ensino de Física precisa estar atrelado ao cotidiano do alunado, formando cidadãos com senso crítico e capazes de interpretar aos olhos da ciência os fenômenos naturais e suas relevâncias para o avanço da tecnologia. Diante desse quadro, no que diz respeito ao ensino de eletricidade, de acordo com os PCNs (Brasil, 2002, p. 73):

O estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço.

Ainda de acordo com Brasil (2002) o estudo da eletrostática deverá estar relacionado a situações concretas, como o entendimento de condensadores (capacitores), para-raios e choques elétricos. Desse modo, o conteúdo presente na sequência didática proposta nesta pesquisa foi dividida em 4 tópicos principais, apresentados a seguir e tendo as intervenções didáticas detalhadas no capítulo 4.

Tópico 1 – Eletrostática. Neste tópico, a proposta foi de discutir o conceito de carga elétrica, os processos de eletrização, além de apresentarmos, de forma qualitativa, os conceitos e tipos de força eletrostática e campo elétrico, além dos fenômenos do poder das pontas e da blindagem eletrostática.

Tópico 2 – Corrente elétrica e Leis de Ohm. Aqui, abrimos a discussão para o entendimento do conceito de corrente elétrica, seus efeitos e tipos, e sua relação com a diferença de potencial, resistência elétrica e as leis de Ohm.

Tópico 3 – Potência elétrica e consumo de energia, circuitos e aparelhos elétricos. Discutimos os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica em uma residência, dimensionando qualitativamente esses fatores. Também apresentamos as formas de associação de aparelhos, assim como caracterizar os tipos de aparelhos elétricos mais frequentes em nosso cotidiano.

Tópico 4 – Eletromagnetismo. Por fim, neste tópico houve a discussão sobre elementos relacionados ao fenômeno eletromagnético, como ímãs e campos magnéticos criados por estes e pela Terra, além de relacionar a corrente elétrica com a geração de campo magnético. Dialogamos também acerca da indução eletromagnética e como esse fenômeno está relacionado à geração de energia elétrica em usinas, em especial, usinas hidrelétricas.

A aplicação da sequência didática foi realizada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental da escola particular, localizada no conjunto Val Paraíso, bairro do coqueiro da cidade de Ananindeua, no Estado do Pará. A escola não dispunha de laboratório de ciências e nem de informática, disponibilizando um aparelho datashow e um notebook para a realização da atividade didática. A turma era composta por 39 alunos, com idades entre 13 e 15 anos, sendo 23 meninas e 16 meninos, onde a maior parte dos estudantes mora nas proximidades da escola.

A sequência didática foi planejada para ser realizada em aproximadamente dezessesseis (16) horas-aula ou oito (8) encontros de duas horas-aula cada. Mas o professor pode adaptar o tempo de aplicação desta

prática pedagógica de acordo com a sua realidade. No caso da sequência didática aplicada nesta pesquisa, o professor contava com duas horas-aula por semana, com 45 minutos cada aula.

O Quadro 1 a seguir apresenta o cronograma proposto para as atividades, com os objetivos e carga horária de cada encontro.

Quadro 1. Cronograma de atividades

Encontros	Atividades	Objetivos	C.H
1º	Apresentação da metodologia a ser utilizada na sequência didática e questionário inicial.	Aula motivacional e sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos.	2 h/a (90 min)
2º	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes ao estudo da eletrostática.	Baseado no questionário inicial, construir conhecimentos referentes aos fenômenos eletrostáticos. (processos de eletrização, blindagem eletrostática e para-raios).	2 h/a (90 min)
3º	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes à corrente elétrica e a dispositivos elétricos	Conceituar corrente elétrica, discutir seus principais efeitos, identificar e caracterizar os diferentes dispositivos elétricos encontrados em nossas residências.	2 h/a (90 min)
4º	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes a consumo de energia em residências, leis de Ohm e circuitos elétricos.	Identificar os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica em uma residência, introduzir o conceito de diferença de potencial e resistência elétrica e relacionar as três grandezas. Caracterizar os tipos de associação de resistores.	2 h/a (90 min)
5º	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes aos fenômenos	Conceituar e caracterizar ímãs naturais e artificiais e suas propriedades. Caracterizar o campo magnético terrestre e entender o fenômeno por trás do fornecimento de energia	2 h/a (90 min)

	eletromagnéticos. Formação dos grupos para elaboração dos jogos.	elétrica por usinas, em especial, a usina hidrelétrica.	
6°	Apresentação dos jogos elaborados pelos grupos.	Explicação das regras e especificidades de cada um dos jogos elaborados.	2h/a (90 min)
7°	Aplicação dos jogos	Participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem através da ludicidade.	3h/a (135 min)
8°	Avaliação da Sequência Didática	Mensuração da eficácia da sequência didática	2h/a (90 min)

Fonte: Do Autor (2018)

4.1 Primeiro Encontro

O primeiro encontro se dividiu em três etapas. A primeira etapa serviu para apresentar aos alunos a metodologia que seria utilizada para abordar os conteúdos referentes ao estudo da eletricidade e para expor os objetivos do nosso trabalho pedagógico. Neste primeiro momento os alunos se mostraram bastante motivados e empolgados com a proposta de metodologia apresentada, com muitos alunos comentando que finalmente teriam uma aula diferente das aulas tradicionais as quais estão acostumados em seu cotidiano escolar.

Logo em seguida, partimos para a segunda etapa, que consistiu na construção do conhecimento dos estudantes. Como se trata de uma turma do 9° ano do Ensino Fundamental, naturalmente não tiveram contato com o conteúdo de Eletricidade. No desenvolver da etapa utilizamos como recursos

didáticos o datashow, caixa de som e notebook conectado à rede mundial de computadores. Com uso desses recursos foi apresentado dois vídeos onde foi possível observar situações que destacavam alguns conceitos da eletricidade.

O primeiro vídeo apresentando foi um trecho de um desenho animado, “Super Choque vs Liga da Justiça”, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=7bbveTyvgl5> (acesso em 22.08.2018). No vídeo, o personagem utiliza seus poderes elétricos para derrotar uma influência maligna sobre os heróis da Liga da Justiça. De forma lúdica, os alunos tiveram contato com manifestações da eletricidade no desenho. No segundo vídeo, intitulado “Eletricidade Estática, você também pode fazer isso”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=BsUBOeC7dMI> (acesso em 22.08.18), os discentes observaram algumas situações reais de manifestações de eletricidade estática, mais especificamente, a eletrização por atrito.

Na terceira etapa desse primeiro encontro o professor entregou um questionário para cada aluno, contendo (seis) perguntas relativas aos conceitos apresentados nos vídeos e de algumas situações de seu cotidiano que tem relação com o conteúdo proposto para a abordagem da sequência didática. O objetivo do questionário é investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo em questão e despertar a curiosidade sobre a temática. A seguir temos as perguntas do questionário:

1. De que forma a eletricidade e o magnetismo se manifestam na natureza?
2. Como a eletricidade e o magnetismo estão presentes em seu cotidiano?
3. No vídeo das crianças, por que seus cabelos ficavam arrepiados ao escorregar nos tobogãs ou ao esfregar tecidos em seus cabelos?
4. No vídeo “Super Choque vs Liga da Justiça”, por que Super Choque conseguiu eletrocutar o Batman através do cabo?
5. Em sua residência, o que influencia no consumo de energia elétrica? Como podemos economizar essa energia?

6. Por que num mesmo ambiente de sua casa pode-se apagar uma lâmpada sem que as outras demais deixem de funcionar, enquanto que nos piscas-piscas de árvore de natal tradicionais isso não ocorre?

4.2 Segundo encontro

No segundo encontro da sequência didática, nas aulas 3 e 4 (45 minutos cada aula), tomando como referência os conhecimentos prévios dos alunos apontados no encontro anterior, partiremos para a construção e organização de conhecimentos referentes aos conceitos básicos que dizem respeito à Eletrostática. A aula foi dividida em duas etapas. Na primeira, realizamos uma aula expositivo-dialogada, que teve como principal objetivo criar condições para que os alunos reelaborassem, a partir de um melhor entendimento sobre o tema, suas respostas dadas na primeira etapa, no fim da sequência.

Abaixo temos o quadro 2 com os tópicos abordados em sala de aula e os recursos utilizados para a abordagem dos mesmos nessa etapa.

Quadro 2. Tópicos abordados no segundo encontro

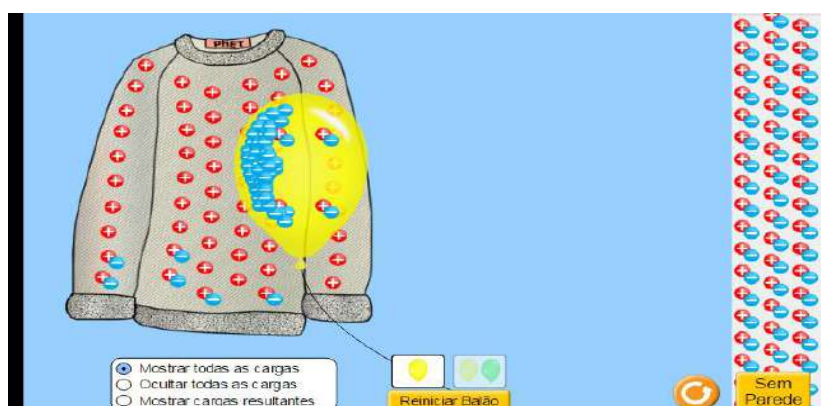
Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Estrutura Atômica	Reconhecer a estrutura atômica, com suas partículas constituintes e suas respectivas cargas elétricas.	Slides e Simulador Phet
Quantidade de Carga Elétrica e Eletrização	Introduzir o conceito de carga elétrica, entender as diferentes formas de se eletrizar um corpo e diferenciar condutores e	Slides e Simulador Phet

	isolantes elétricos.	
Força e Campo Elétrico	Compreender a lei de Coulomb de atração e repulsão elétrica e o papel do campo elétrico na transmissão de força elétrica à distância.	Slides e Simulador Phet
Eletricidade na Natureza	Compreender que a eletricidade está presente não apenas nas tecnologias criadas pelo homem, mas também na natureza, na forma de raios, relâmpagos e trovões.	Slides e Vídeos
Para-Raios	Entender a propriedade do poder das pontas de condutores e o papel do para-raios para proteção contra eletricidade na atmosfera.	Slides e vídeos.
Blindagem Eletrostática	Compreender que as cargas elétricas em excesso de um condutor se distribuem em sua superfície externa, ocasionando em um campo elétrico nulo em seu interior.	Slides, Vídeos e Experimento.

Fonte: Do Autor (2018)

A aula tem início com o professor abrindo uma discussão sobre a estrutura atômica, juntamente com suas partículas constituintes, introduzindo assim o conceito de carga elementar e do princípio fundamental da eletrostática (atração e repulsão). Vale salientar que os alunos já haviam obtido conhecimentos sobre a estrutura atômica anteriormente em aulas de Química na escola, portanto já estavam familiarizados com o assunto. Seguindo o roteiro, adentramos no tópico de quantização da carga elétrica e dos processos de eletrização, com o auxílio do simulador Phet chamado “Balões e Eletricidade Estática”, conforme ilustrado na figura 22, disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity (acesso em 30.08.2018).

Fig. 22. Simulação Phet de processo de eletrização por atrito



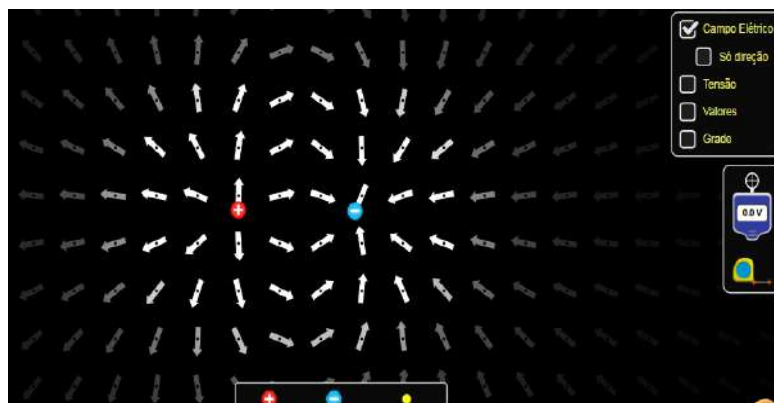
Fonte: Do Autor (2018)

A figura acima denota a situação posterior a uma fricção entre o balão e o tecido, onde se pode notar a configuração final de cargas elétricas em cada corpo, ficando o balão eletrizado negativamente enquanto o tecido ficou eletrizado positivamente.

Ao abordarmos Força e Campo Elétrico, utilizamos também o recurso de slides e o simulador Phet, denominado “Cargas e Campos”, disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields (acesso em 30.08.2018). O Objetivo da utilização do simulador é ilustrar

o comportamento das linhas de força criadas por cargas positivas (divergente) e negativas (convergentes), de acordo com a figura 23.

Fig. 23. Simulação Phet do campo elétrico gerado por cargas



Fonte: Do Autor (2018)

Na segunda etapa da aula, partir do conceito de força e campo elétrico, apresentamos algumas aplicações práticas dos fenômenos elétricos, como a eletricidade na natureza, conceituando e diferenciando raios, relâmpagos e trovões, o uso dos para-raios e a blindagem eletrostática. Foram utilizados vídeos para este fim.

Os alunos visualizaram o vídeo “Raios caindo e destruindo coisas”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=By1wi0YHw6w&t=203s> (acesso em 29.08.2018), que apresenta uma série de situações em que podemos observar a ação de descargas elétricas na atmosfera e o vídeo “Para-raios em ação”, disponível na internet no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=0Gt6tG62YaQ> (acesso em 29.08.2018), que elucida o funcionamento do para-raios.

Assistiram ainda o vídeo “Bobina de Tesla – O Aprendiz de Feiticeiro”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=oAF2Jm_tv4 (acesso em 29.08.2018), que aborda a gaiola de Faraday, referente à Blindagem eletrostática. Em seguida, o professor apresentou o experimento de blindagem utilizando dois celulares e um pedaço de papel alumínio, onde enrolou um celular nesse papel e realizou uma chamada de outro celular. O experimento

mostrou que o celular enrolado em papel alumínio se encontrava “fora de área”, comprovando a blindagem eletrostática. Alguns alunos se mostraram bastantes surpresos com o experimento, o que nos faz alcançar um dos nossos objetivos que é justamente despertar o interesse e a curiosidade sobre os fenômenos elétricos.

O segundo encontro foi realizado em duas aulas (3 e 4) com duração de 45 minutos cada aula.

4.3 Terceiro encontro

No terceiro encontro da sequência didática, nas aulas 5 e 6, a construção e organização do conhecimento continua com o tópico de Eletrodinâmica, que é o estudo dos portadores de carga elétrica em movimento.

A aula planejada teria recursos diversos, como slides e apresentação de vídeos. Porém, a rede elétrica da escola estava com problemas e por esse motivo não foi possível conduzir a mesma como o planejado. O professor então, como alternativa, utilizou o quadro branco como recurso didático.

A aula tem início com o professor indagando os alunos sobre o motivo no qual as lâmpadas acendem quando ligamos o interruptor. A grande maioria dos alunos respondeu que é a corrente elétrica. A partir dessa resposta, o professor questiona o que seria a corrente elétrica. Grande parte da turma não soube a resposta, surgindo a oportunidade de o professor introduzir o conceito de corrente elétrica.

Em seguida, apresentam-se os efeitos que a passagem da corrente elétrica manifesta quando atravessa os condutores, dando ênfase para o efeito magnético, térmico (Efeito Joule), luminoso e fisiológico (choque), aproveitando a deixa para orientar os alunos a serem cuidadosos ao manusear aparelhos elétricos em suas residências.

Após essa discussão, o professor pergunta quais os dispositivos elétricos que eles encontram em suas residências e se saberiam classificar

estes aparelhos em alguma modalidade. Os alunos responderam que conhecem muitos aparelhos elétricos, mas não sabiam como classificá-los. Dentro desse contexto, o discente apresenta os principais tipos de dispositivos elétricos: geradores, receptores, resistores e capacitores.

A partir dessa apresentação, os alunos tiveram maior facilidade em relacionar certos aparelhos com alguns desses dispositivos.

Por exemplo, relacionaram geradores, que são dispositivos que transformam qualquer modalidade de energia em energia elétrica, com as pilhas, baterias e os diferentes tipos de usinas. Relacionaram os motores elétricos em geral (ventiladores, liquidificadores) e outros aparelhos como a televisão como receptores, que transformam energia elétrica em outra forma de energia, excluindo a térmica, que é função dos resistores. Nesse ínterim, identificaram a sanduicheira, a chapinha, ferro de passar roupas e o chuveiro elétrico nesta modalidade de dispositivos.

Percebemos que os alunos tiveram um pouco mais de dificuldade em identificar os aparelhos que funcionavam como capacitores, mesmo com a conceituação dos mesmos. Alguns alunos souberam identificar, por exemplo, o NoBreak, aparelho utilizado para fornecer energia caso haja interrupção no fornecimento de energia na rede elétrica. O professor então, juntamente com os estudantes, vão em busca de outros aparelhos que funcionam como capacitores, identificando, entre outros, o desfibrilador, usado em casos de parada cardíaca, e o flash de câmeras fotográficas.

4.4 Quarto encontro

Nas aulas 7 e 8, o conteúdo a ser contemplado foi o de consumo de energia e circuitos elétricos e foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa o professor convida os estudantes a refletirem sobre alguns questionamentos para verificação dos conhecimentos prévios destes em relação ao assunto. O questionário foi o relacionado abaixo:

1. Como se dá o consumo de energia elétrica em sua residência?
2. Quais os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica?
3. O que você entende por potência elétrica de um aparelho?
4. O que seria um circuito elétrico?
5. Porque é perigoso ligar vários aparelhos em um mesmo “Benjamin” (divisor de corrente)?

Os alunos não sentiram grandes dificuldades em responder as duas primeiras questões, pois, segundo eles, já haviam assistido várias reportagens e propagandas a cerca da economia de energia elétrica, porém, sem mencionar a grandeza potência elétrica dos aparelhos, fazendo a relação apenas com o tempo e o número de aparelhos em funcionamento.

Ao se questionarem o que seria potência elétrica (questão 3), não souberam conceituar corretamente a grandeza, mas fizeram relações interessantes, como por exemplo, que um ar condicionado ligado consome muito mais energia que um ventilador funcionando durante um mesmo período. Portanto, sabiam de certa forma, que a potência de um aparelho tem influência no consumo de energia elétrica.

Em relação à quarta questão, também tiveram dificuldades para responder corretamente. No entanto, um aluno perguntou se o conceito de circuito elétrico se assemelhava ao do circuito de Fórmula 1, que seria o caminho por onde os carros passavam. Ou seja, o circuito elétrico seria um caminho por onde a corrente elétrica passaria.

A questão cinco envolveu uma boa discussão entre os alunos sobre a resposta. Alguns disseram que o perigo consiste em queimar os aparelhos, outros responderam que era perigoso porque corria o risco de explosão e outros argumentaram que o risco seria o de acontecer um curto-circuito no “Benjamin”.

Partindo das respostas dadas às perguntas, o professor, utilizando recursos diversos, dá início à construção dos conhecimentos relacionados ao conteúdo proposto para a aula.

Os tópicos abordados e os recursos utilizados na aula são explicitados no quadro 3, juntamente com os objetivos específicos.

Quadro 3. Tópicos abordados no quarto encontro

Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Potência e consumo de energia elétrica	Dimensionar qualitativamente o consumo de energia elétrica.	Slides
Resistência elétrica e resistores	Apontar a diferença entre resistência elétrica e resistores e introduzir as leis de Ohm.	Slides e Simulador Phet.
Associação de resistores	Compreender as formas de associação de resistores, bem como suas particularidades.	Slides, Simulador Phet e experimento.

Elementos de um circuito elétrico	Identificar os diferentes elementos que constituem um circuito elétrico.	Slides e Simulador Phet
Curto-circuito	Determinar as causas e efeitos, assim como as características de um curto-circuito.	Slides, Simulador Phet e vídeos.

Fonte: Do Autor (2018)

De posse dos slides, o professor inicia a discussão das variáveis que influenciam o consumo de energia elétrica, introduzindo o conceito de potência elétrica, mostrando como se calcula esse consumo e como podemos economizar energia no dia-a-dia.

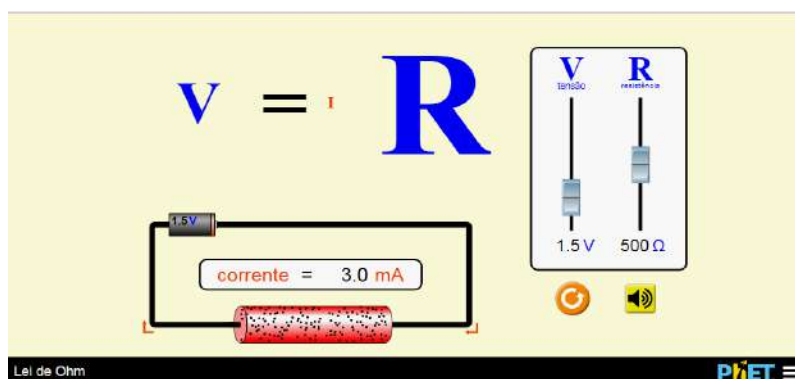
Partindo para o tópico seguinte, é importante o professor apontar a diferença entre resistor e resistência elétrica e a partir disso, adentrar nas leis de Ohm. Quanto a 1ª lei, frisamos na relação inversa existente entre corrente e resistência elétrica. Importante os alunos atentarem para o fato de que, mantido o valor da d.d.p constante, quanto menor a resistência elétrica, maior será a corrente e vice-versa. Aproveitando a situação da discussão sobre a 1ª Lei de Ohm, voltamos a abordar o Efeito Joule, relacionando a potência dissipada por um resistor e como esta se relaciona com outras variáveis, como corrente e tensão.

Importante citar que, embora não seja o objetivo em questão, mostramos as equações referentes às relações entre as grandezas e fizemos uma interpretação qualitativa das mesmas, sem adentrarmos nos cálculos inerentes.

Ao introduzir a 2ª lei de Ohm, alguns alunos relacionaram a equação com a escolha da fiação de uma instalação residencial. Foi interessante notar o conhecimento prévio dos alunos referente a essa abordagem. Percebeu-se assim a ancoragem do subsunçor com o novo conhecimento adquirido pelo aluno.

Nesse contexto, partimos para a apresentação do simulador Phet, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law, onde simulamos as duas leis de Ohm, vide a figura 24.

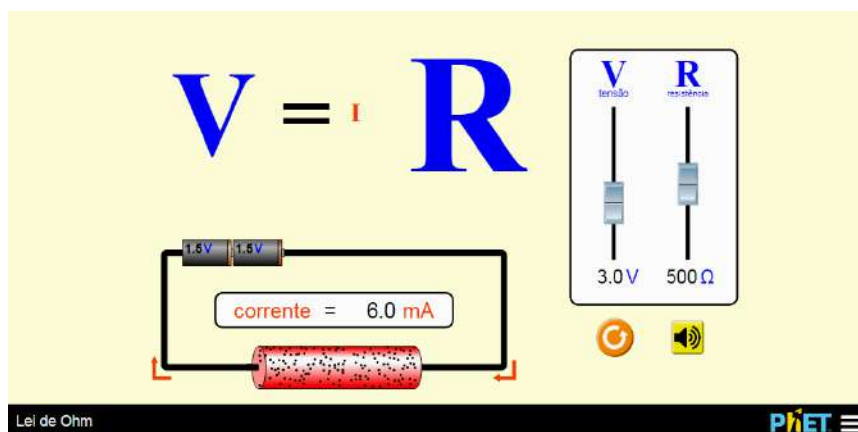
Fig. 24. Simulação Phet demonstrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

O professor, munido do simulador, mostra que mantendo a resistência elétrica constante, a tensão elétrica (U) é diretamente proporcional à corrente elétrica (i) no condutor, relação explicitada na 1ª lei de Ohm, conforme a figura 25.

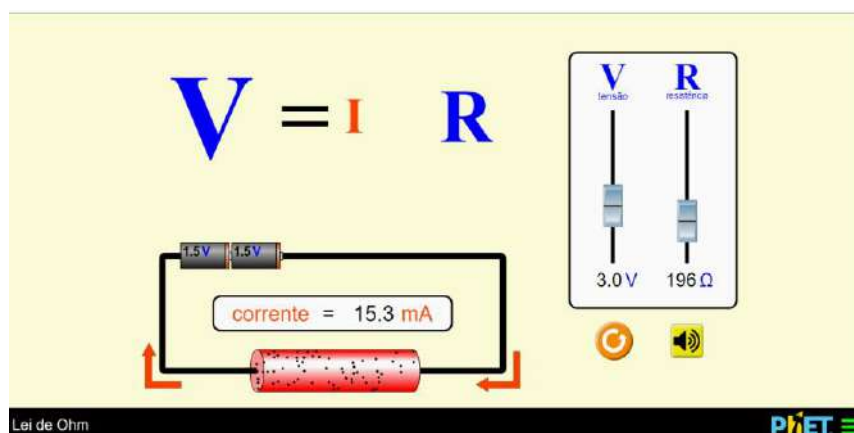
Fig. 25. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

À medida que aumentamos a diferença de potencial, incluindo mais pilhas, aumentamos a intensidade da corrente elétrica que percorre o condutor. Outra maneira de analisarmos o comportamento da corrente elétrica é variarmos a resistência no condutor. Na figura 26 mantemos a d.d.p constante e diminuimos a resistência, ocasionando um aumento na corrente elétrica.

Fig. 26. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



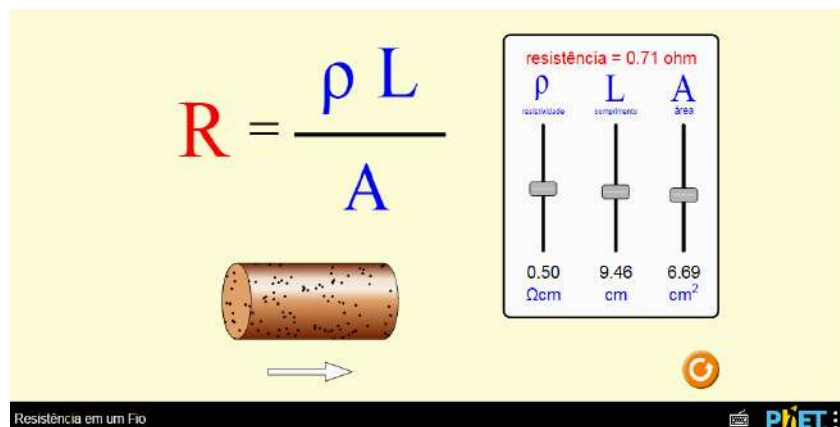
Fonte: Do Autor (2018)

Dessa forma, fica demonstrada a relação inversa entre resistência e corrente elétrica.

A seguir, partimos para o segundo simulador, referente a 2ª lei de Ohm, que leva em consideração as dimensões e o material que constitui o condutor.

Nela, podemos variar tanto a resistividade elétrica ρ , como o comprimento L e a área de seção transversal do condutor A , efetuando assim uma análise do comportamento da resistência elétrica, como ilustrado na figura 27.

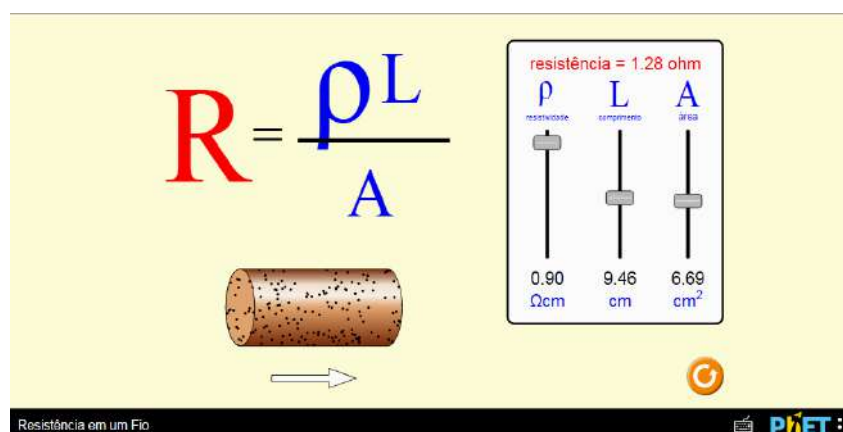
Fig. 27. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Fazendo aumentar unicamente a resistividade (o que poderia ser feito ao mudarmos o material condutor), observamos um aumento na resistência elétrica do condutor, conforme mostrado na figura 28.

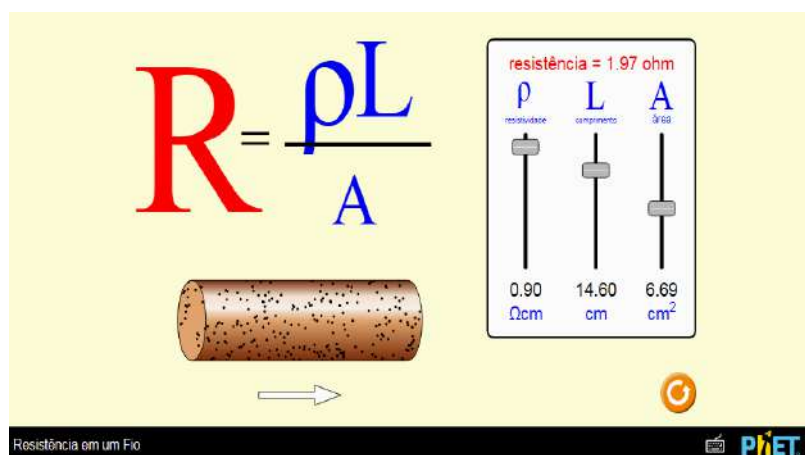
Fig. 28. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Agora, mantendo o valor da resistividade e aumentando o comprimento do condutor, observa-se um aumento na resistência, como mostrado na figura 29.

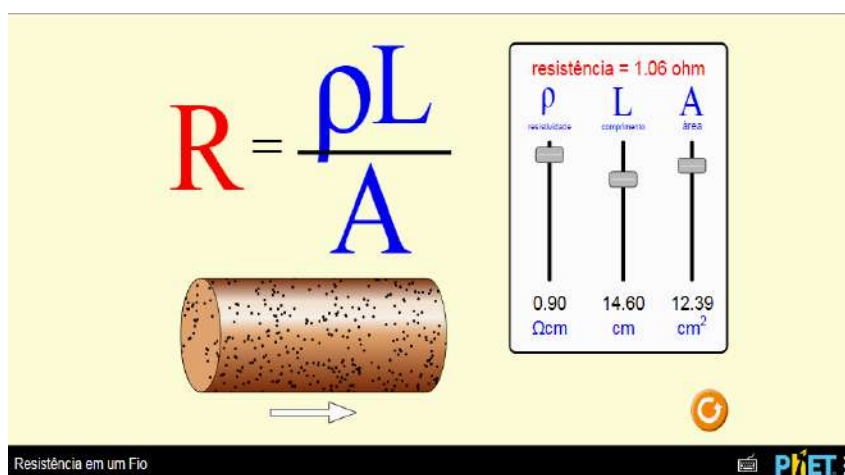
Fig. 29. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Por fim, mantendo tanto resistividade como comprimento inalterados e elevando-se a área de seção transversal do fio, podemos chegar à conclusão de que a resistência diminui, conforme podemos notar na figura 30.

Fig. 30. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Prosseguindo com a aula, o professor passa então a abordar o tópico de associação de resistores, definindo associação em série e em paralelo, mostrando suas particularidades. Após a apresentação e as definições pertinentes, pode-se mostrar, através de um circuito de lâmpadas, o comportamento dos resistores numa associação em série e em paralelo. Para este fim, foi utilizado o simulador Phet “Kit de Construção de Circuito (AC+DC), Laboratório Virtual”, que está disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab.

O professor então, munido do simulador, constrói um circuito para demonstração das leis da eletrodinâmica aplicadas em associações de resistores para corrente contínua. Para isso, utilizaremos uma pilha, fios condutores, interruptor e lâmpadas, que serão nossos resistores. No primeiro momento, o professor mostra um circuito com apenas uma lâmpada, como na figura 31.

Fig. 31. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico simples



Fonte: Do Autor (2018)

Deve-se notar que, como a chave (interruptor) está aberta, não há corrente elétrica no circuito (circuito aberto). Assim que fechamos a chave, a corrente elétrica passa a percorrer o circuito (circuito fechado), acendendo a lâmpada, de acordo com a figura 32.

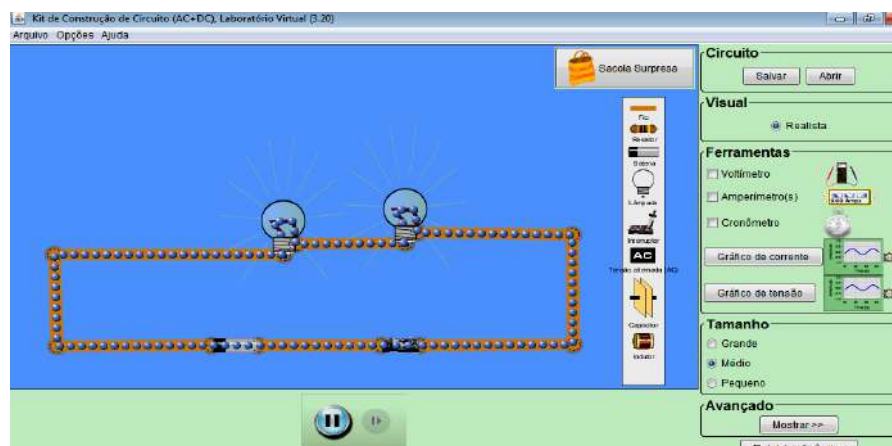
Fig. 32. Simulação Phet mostrando passagem de corrente elétrica ao fechar a chave



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, na figura 33, acrescentou-se uma lâmpada em série no circuito.

Fig. 33. Simulação Phet de um circuito elétrico com duas lâmpadas

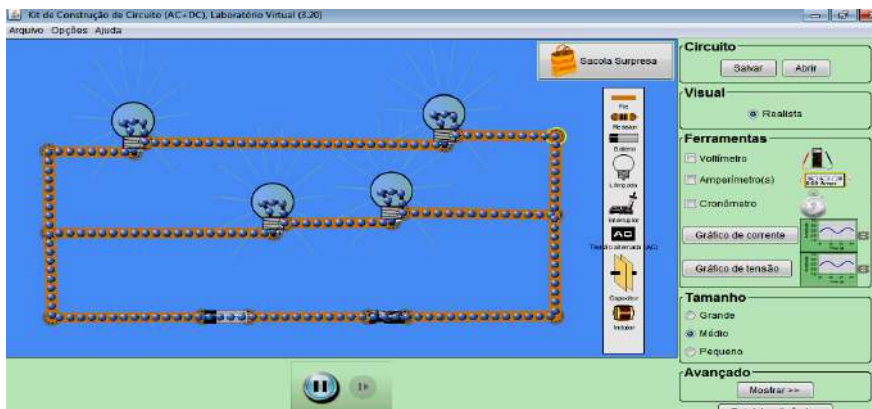


Fonte: Do Autor (2018)

Com a inserção de uma lâmpada em série, os alunos perceberam que o brilho da primeira lâmpada diminuiu e ambas as lâmpadas passaram a brilhar em igual intensidade. O professor questionou a turma o porquê de isso ter ocorrido. Grande parte da turma respondeu que, ao inserir mais uma lâmpada, aumentou a resistência elétrica e com isso diminuiu a corrente elétrica que passou a percorrer o circuito, diminuindo o brilho das lâmpadas.

O próximo passo é acrescentar lâmpadas em paralelo com as já existentes no circuito, como ilustrado na figura 34.

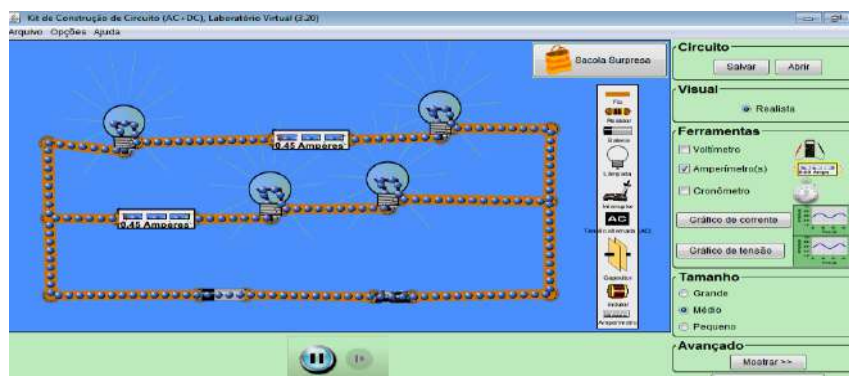
Fig. 34. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas em paralelo



Fonte: Do Autor (2018)

Questionou-se então se as correntes elétricas nos dois trechos em paralelo teriam iguais intensidades ou não. A turma respondeu que como todas as lâmpadas são iguais, têm a mesma resistência, então teria que ser correntes iguais. Para fazer a prova, inseriram-se amperímetros nos dois trechos do circuito em paralelo, conforme a figura 35.

Fig. 35. Simulação Phet de um circuito com amperímetros

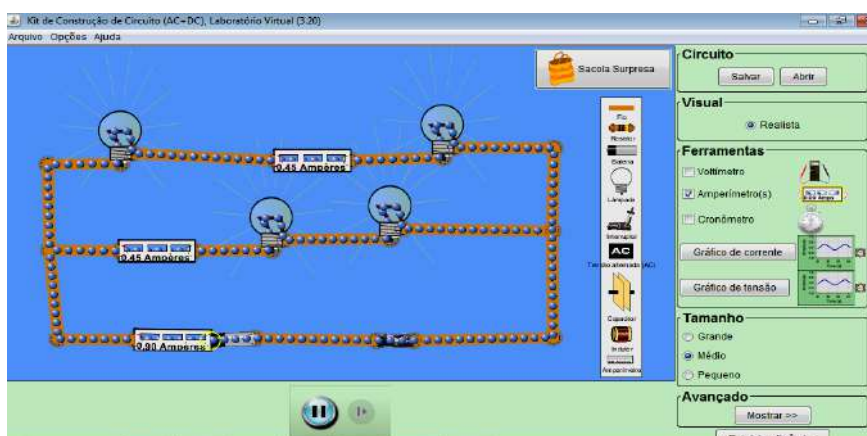


Fonte: Do Autor (2018)

Assim, os amperímetros acusaram o valor de 0,45 amperes para o valor da intensidade de corrente elétrica em cada trecho, confirmando a resposta da

turma. Um aluno então perguntou se a corrente total no circuito seria a soma das correntes em cada trecho. Como a corrente se divide em dois no nó, a resposta é afirmativa, ou seja, a corrente total, neste caso, é 0,9 amperes. Para confirmar, inserimos um amperímetro na saída da corrente no gerador, conforme ilustra a figura 36.

Fig. 36. Simulação Phet de um circuito com amperímetro para a medição de corrente elétrica total



Fonte: Do Autor (2018)

O professor então perguntou o que aconteceriam se introduzirmos uma lâmpada em dos trechos do circuito. A turma respondeu que os brilhos das lâmpadas reduziriam de intensidade pelo fato de ter aumentado a resistência elétrica.

Para começar a abordar o tópico que trata de curto-circuito, o professor apresenta inicialmente o vídeo “Explosões elétricas e curto-circuito”, presente no endereço https://www.youtube.com/watch?v=h_N1HD1IKrw (Acesso em 30/08/2019). A partir da análise do vídeo, o professor questiona o motivo pelo qual ocorrem os curtos-circuitos. Os alunos repetiram as respostas do questionário inicial. O professor então parte para a discussão do que seria um curto-circuito. Para o auxílio da discussão, utilizou-se o simulador anteriormente utilizado na análise das associações de resistores.

Construiu-se um circuito onde a resistência elétrica do fio condutor seria muito pequena, de forma que a corrente elétrica fosse muito elevada,

ocorrendo um superaquecimento do condutor, caracterizando um curto-circuito. No primeiro momento montamos um circuito simples com duas pilhas e um resistor, como na figura 37.

Fig. 37. Simulação Phet de um circuito simples



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, como na figura 38, inserimos um trecho com pequena resistência em paralelo com o trecho da lâmpada, oferecendo um caminho com menor resistência para a passagem da corrente elétrica.

Fig. 38. Simulação Phet ilustrando um curto-circuito



Fonte: Do Autor (2018)

A simulação mostra que ao reduzirmos demasiadamente a resistência elétrica do circuito, teremos um aquecimento do mesmo, caracterizando o curto-circuito. Isso responde a pergunta do por que é perigoso ligarmos vários aparelhos em um mesmo “Benjamim”.

4.5 Quinto encontro

Nas aulas 9 e 10, foi discutido tópicos relacionados ao estudo do Eletromagnetismo, partindo do efeito da corrente elétrica de gerar campos magnéticos. O planejamento das aulas foi feito para serem realizadas em duas etapas. A primeira etapa consistiu na abertura para a discussão de alguns questionamentos referentes ao assunto abordado no encontro. Os questionamentos foram:

1. O que produz um campo magnético?
2. O que é um ímã?
3. O que é e para que serve uma bússola?
4. Onde você pode observar um fenômeno magnético?
5. Você sabe quais são as partes fundamentais de um ímã?
6. Cite um fenômeno natural relacionado ao magnetismo.
7. Como é produzida a energia elétrica em usinas?

Alguns alunos, partindo das aulas anteriores, argumentaram que a passagem de corrente elétrica em um condutor produz um campo magnético, sendo essa a sua origem. Outros responderam que o que produz campo magnético são os ímãs, como os de geladeira. Partimos então para a segunda questão do dia, onde o professor discute, sem responder, o que seria um ímã.

A maioria dos estudantes argumentou que um ímã “faz força” sobre outro, às vezes empurrando, às vezes juntando um ao outro.

Ao discutir o item 3, a grande maioria da turma respondeu que a bússola era um instrumento útil para se localizar e se deslocar na Terra, citando movimentos como Escoteiros e Desbravadores, que se utilizavam da bússola para o seu deslocamento. Porém, não souberam responder qual o fenômeno responsável pelo seu funcionamento.

No que se refere ao item 4, a turma voltou a citar o caso dos ímãs de geladeira. Quanto às questões 5 e 6, não souberam responder e em relação a questão 7, disseram que a energia tinha algo a ver com o movimento das águas represadas nas hidrelétricas, citando a hidrelétrica de Tucuruí, porém, não relacionaram com o eletromagnetismo.

Dá-se então início à segunda etapa da aula, onde se deu a construção do conhecimento acerca do tema abordado, a fim de esclarecer os questionamentos feitos na primeira etapa. Para isso, foram usados recursos diversos, como slides, vídeos e simuladores, como mostra o quadro 4.

Quadro 4. Tópicos abordados no quinto encontro

Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Experiência de Oersted	Compreender que uma corrente elétrica gera um campo magnético	Slides e vídeo.
Ímãs e propriedades	Identificar os polos de um ímã, as linhas de	Slides e Simulador Phet.

magnéticas	indução e suas propriedades.	
Magnetismo terrestre	Compreender que a Terra se comporta como um gigante ímã e entender as auroras boreais e austrais como fenômeno eletromagnético	Slides, Simulador Phet e vídeos
Indução Eletromagnética	Compreender que o movimento de ímãs pode produzir corrente elétrica.	Slides e Simulador Phet
Usinas e Transformadores	Exemplificar o fenômeno da indução eletromagnética	Slides, Simulador Phet e vídeos.

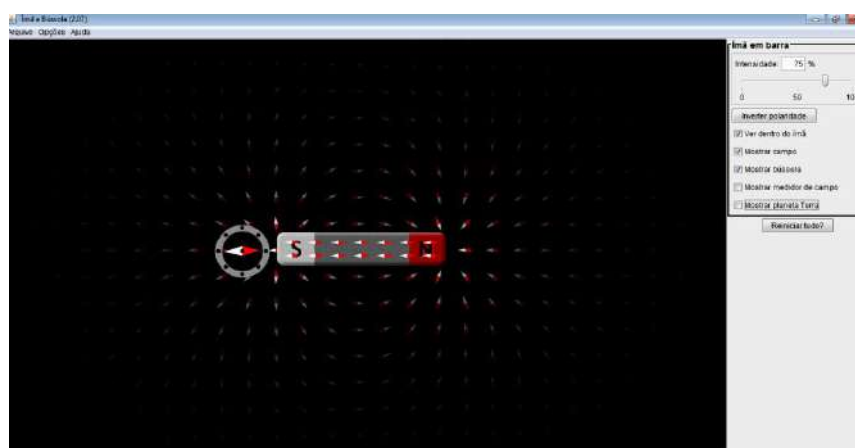
Fonte: Do Autor (2018)

Inicialmente o professor, munido de notebook e datashow, apresentou o vídeo intitulado “Experiência de Oersted-Teoria e Vídeo Demonstrativo”, disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=IR3nS-6Pf7s>

(acesso em 19.08.2018). Nele o estudante pode vê que o condutor, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, gerou um campo magnético que influenciará as agulhas de uma bússola nas proximidades, evidenciando o efeito magnético da corrente elétrica. Tomou conhecimento também que a bússola busca sempre se alinhar às linhas de indução do campo magnético terrestre.

Para a demonstração das linhas de indução do campo magnético, foi utilizado o simulador PHET denominado “Ímãs e Eletroímãs”, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electro-magnets (acesso em 19.08.2018), conforme a figura 39.

Fig. 39. Simulação Phet ilustrando as linhas de indução de um campo magnético gerado por um ímã

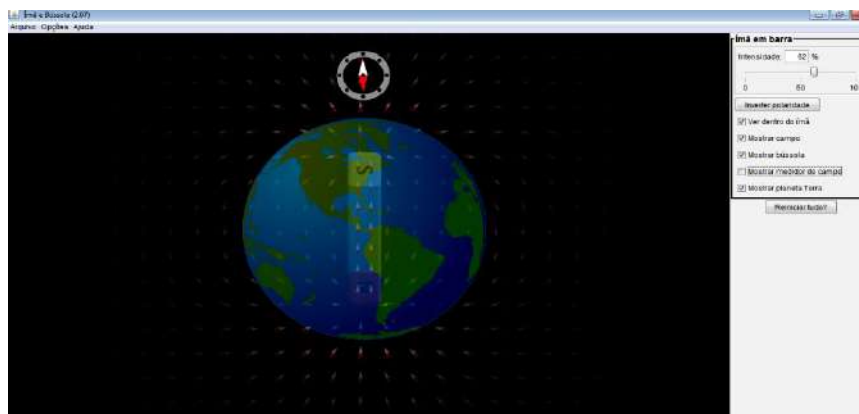


Fonte: Do Autor (2018)

A figura acima mostra que o campo magnético de um ímã “nasce” no polo Norte e “morre” no polo Sul, fazendo com que o polo Norte da bússola seja atraído pelo polo Sul do ímã, e vice-versa, fazendo com que a bússola se alinhe às linhas de força do campo.

A seguir, o professor mostra o comportamento magnético da Terra, utilizando o simulador PHET “Ímãs e Bússolas”, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnet-and-compass (acesso em 19.08.2018), de acordo com a figura 40.

Fig. 40. Simulação Phet ilustrando o campo magnético terrestre



Fonte: Do Autor (2018)

Conforme podemos ver, o simulador mostra que próximo ao polo Norte geográfico da Terra podemos encontrar seu polo Sul magnético, e próximo ao polo Sul geográfico encontra-se seu polo Norte magnético. Assim, fica evidenciado o motivo pelo qual a bússola é usada para se deslocar sobre a Terra, indicando em que direção fica o Norte ou o Sul geográfico.

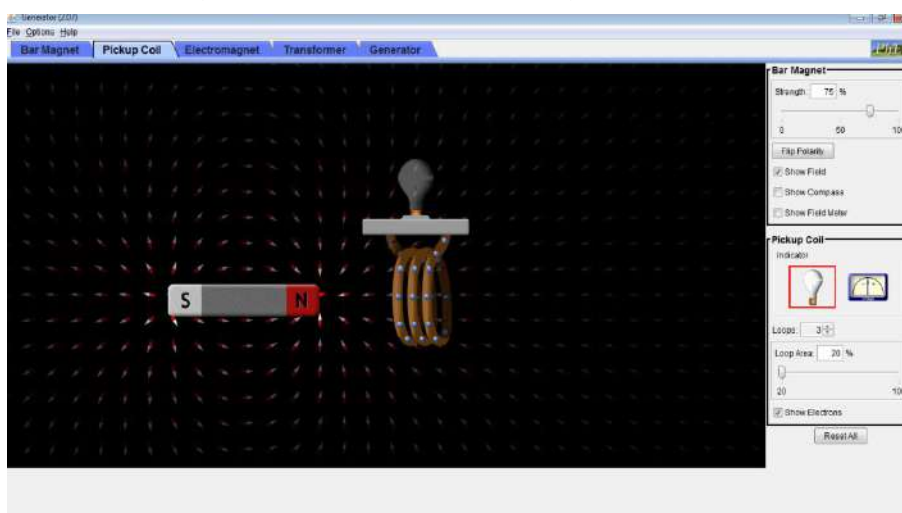
A seguir, foram discutidos os fenômenos das auroras boreais e austrais, como efeito do campo magnético terrestre. Após a discussão do fenômeno, foram apresentados três vídeos. O primeiro vídeo “AURORA BOREAL E AUSTRAL”, onde se encontra disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=Dxx0VAtNSZ8> (acesso em 19.08.2018); O Segundo vídeo intitulado ‘Auroras Boreais vistas da janela de um avião incrível’, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=RHWvl-yiV4A> (acesso em 19.08.2018); E o terceiro vídeo apresentado na aula foi “AURORA BOREAL VISTA DO ESPAÇO: IMAGENS DA NASA !!!!!”, disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=wX3xxVBfMyY> (acesso em 19.08.2018).

Para abordar o tópico de indução eletromagnética, o professor faz 2 (dois) questionamentos considerando que o aluno já tem conhecimento que uma corrente elétrica produz um campo magnético: Se o fenômeno inverso é possível? E podemos ter geração de corrente elétrica através de um campo magnético?

Para responder a esta pergunta, o professor pode utilizar o simulador PHET “Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday”, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday (acesso em 19.08.2018).

Inicialmente, faz-se a montagem do simulador como mostrado na figura 41. Coloca-se um ímã e uma bobina com uma lâmpada e observa-se que não há passagem de corrente elétrica na bobina, quando não há movimento relativo entre ambas.

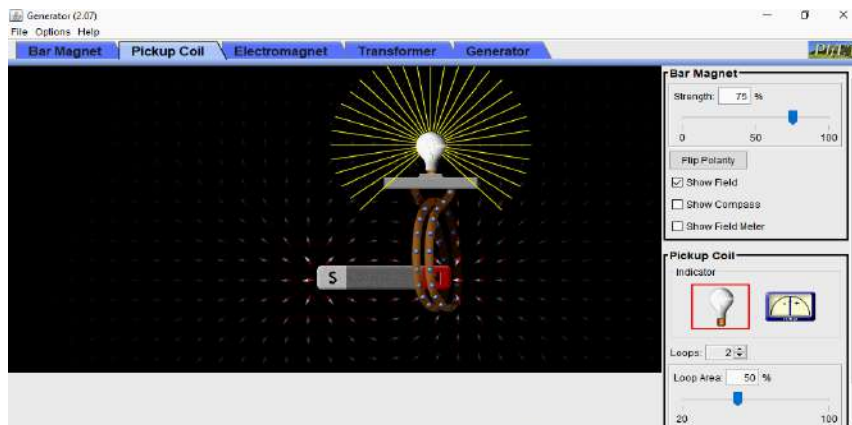
Fig. 41. Simulação Phet para investigar a indução eletromagnética



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, faz-se o ímã mover-se em relação à bobina, acarretando numa corrente elétrica induzida na bobina, fazendo a lâmpada acender, como é mostrado na figura 42.

Fig. 42. Simulação Phet ilustrando a corrente elétrica induzida na espira, fazendo a lâmpada acender



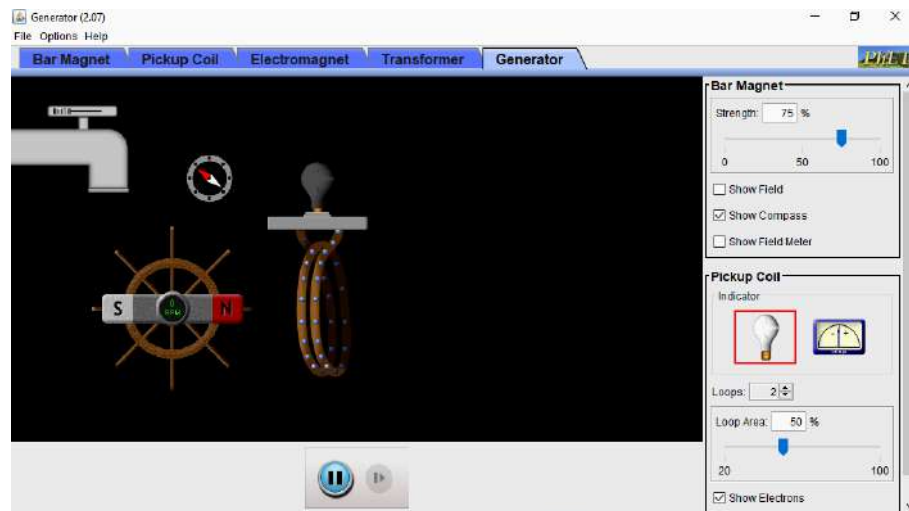
Fonte: Do Autor (2018)

É importante o professor demonstrar na simulação que quanto mais rápido é o movimento relativo entre a bobina e o ímã, maior será a corrente elétrica induzida (Lei de Faraday), evidenciada no brilho da lâmpada, que será mais intenso.

Como exemplo importante da Lei de Faraday se configura as usinas e os transformadores. Os alunos citaram a usina hidrelétrica de Tucuruí e perguntaram como seria o processo de obtenção de energia elétrica. A partir disso, o professor apresentou o vídeo 'Como funcionam as usinas hidrelétricas', que está disponível no youtube, no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=1QDosHWmRcM> (acesso em 19.08.2018). Após a exibição do vídeo, utilizou-se o simulador PHET "Gerador", encontrado na página https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator. Nesse simulador podemos mostrar de forma bastante didática como se dá a produção de energia elétrica a partir da energia de queda da massa de água represada numa usina hidrelétrica.

Inicialmente configuremos o simulador, como na figura 43.

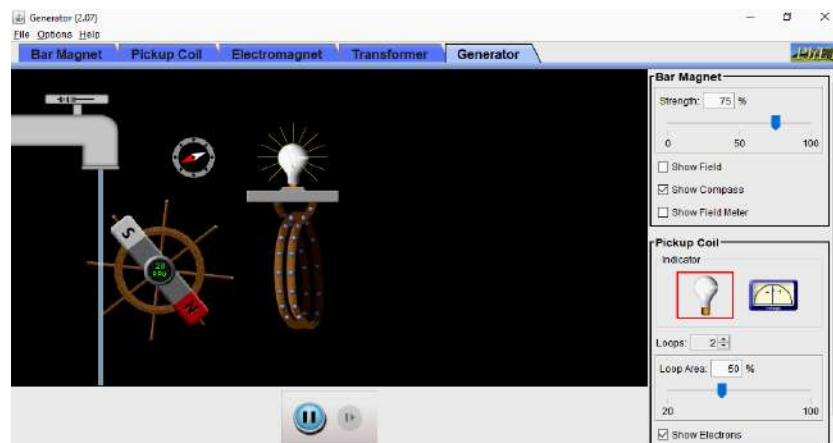
Fig. 43. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas



Fonte: Do Autor (2018)

A seguir, abrimos a torneira de forma que caia uma quantidade pequena de água, conforme a figura 44.

Fig. 44. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas



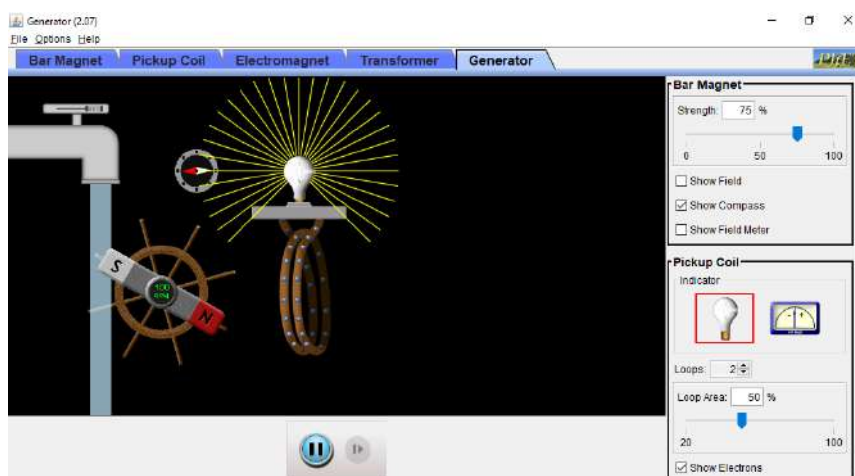
Fonte: Do Autor (2018)

Ao visualizar o que acontece, um aluno questiona o motivo pelo qual os elétrons na bobina, representado pelas bolinhas azuis, mudam continuamente de sentido, ao girar do ímã. O professor então discute a questão da corrente alternada, que é o tipo de corrente que chega a nossas residências, onde os

elétrons variam de sentido continuamente e se dá pela mudança também contínua dos polos do ímã que se aproximam e se afastam da bobina.

Após a discussão, o professor perguntou o que aconteceria se aumentássemos a quantidade de água que cai da torneira. A turma foi unânime em responder que o brilho da lâmpada aumentaria, conforme a figura 45.

Fig. 45. Simulação Phet ilustrando a relação entre a frequência de giro do ímã e a intensidade do brilho da lâmpada



Fonte: Do Autor (2018)

Os alunos relacionaram a quantidade de massa de água que cai, com a rotação do ímã, ocasionando uma maior corrente elétrica induzida na espira, provocando um maior brilho da lâmpada. O professor aproveita e também discute o funcionamento de transformadores de poste, que funciona segundo a Lei de Faraday.

No fim da aula, após a discussão dos tópicos de eletromagnetismo, o professor pediu para que a turma formasse 4 grupos, sendo que dois grupos com 10 integrantes e 2 grupos com 9 integrantes. Assim que se formaram, o professor entregou 4 textos, que seriam a base para cada grupo elaborar um jogo didático para aprendizagem de Eletricidade.

Os textos utilizados foram do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), da USP, e estão disponíveis no endereço eletrônico

<http://if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>. Os textos utilizados foram os textos 1, 2, 3 e 4.

4.6 Sexto encontro

Nas aulas 11 e 12 foram realizadas as apresentações dos jogos elaborados pelos grupos. Após organizarmos a sala, fora chamado, em ordem crescente de numeração, cada grupo para a apresentação de seus respectivos jogos.

O grupo 1, mostrado na figura 46, ficou com o texto 1, que trata sobre os tipos de dispositivos elétricos e consumo de energia, apresentou o jogo '*Roleta da Eletricidade*', onde os alunos tiveram como inspiração os jogos '*Passa e Repassa*' e '*Roda a Roda*', jogos que são ou foram transmitidos em programas de TV. Ainda de acordo com eles, para a confecção da roleta foi utilizado papel E.V.A brilhoso colorido, cartolina e papelão, entre outros materiais de fácil acesso.

Fig. 46. Grupo 1 e jogo Roleta da Eletricidade



Fonte: Do Autor (2018)

Cada participante do grupo explicou parte das regras e de como o jogo seria desenvolvido.

Foram introduzidos 5 regras baseadas do *Passa e Repassa*. As perguntas e respostas foram retiradas de sites especializados em ensino de Física e no material entregue pelo professor em sala de aula. O objetivo do jogo é auxiliar o aprendizado do aluno no que se referem aos diferentes dispositivos elétricos presentes em seu cotidiano, bem como conscientizar o uso econômico de energia elétrica em suas residências.

No jogo 'Roleta da Eletricidade', cada cor configura uma pergunta sobre cada um dos dispositivos elétricos estudados. Então, a cor Rosa contém questões referentes a geradores; a cor azul refere-se a resistores; a amarela representa perguntas referentes a receptores; o roxo, sobre capacitores e a vermelha representa questões aleatórias, podendo ser de receptores, geradores, capacitores ou resistores, a escolha da equipe.

Abaixo estão descritas as regras do jogo 'Roleta da Eletricidade'.

Regras

1. Formam-se 2 equipes de 4 jogadores.
2. Ao realizar-se a pergunta, a equipe que bater primeiro, responde.
3. Caso a equipe que bateu primeiro não saiba a resposta, pode passar a chance para a outra equipe. Por sua vez, se essa equipe também não souber a resposta, pode repassar a pergunta. Finalmente, caso a equipe inicial não souber responder, nenhuma ganha ponto.
4. São duas rodadas para cada equipe.
5. A equipe que responder corretamente duas perguntas será vencedora e ganhará um brinde.

Abaixo estão algumas das perguntas e respostas do jogo:

Rosa (Gerador):

1. Qual a função do gerador elétrico?

- a) armazenar carga elétrica
- b) transformar carga elétrica em outra forma de energia, exceto o calor
- c) transformar toda e qualquer forma de energia em energia elétrica
- d) transforma energia elétrica em energia térmica
- e) N.R.A

Resposta: C

2. Os dínamos de bicicletas e usinas hidrelétricas funcionam com base no processo de indução eletromagnética, descoberto por Faraday. Nesses dois tipos de geradores, a produção de corrente elétrica ocorre devido a transformação de energia:

- a) mecânica em elétrica
- b) potencial gravitacional em elétrica
- c) luminosa em elétrica
- d) potencial elástica em elétrica
- e) eólica em elétrica

Resposta: A

Azul (Resistor)

1. Um resistor utilizado para aquecer água é composto por um fio enrolado em um núcleo de cerâmica. Esse resistor é utilizado para aquecer uma certa massa de água de 20°C até 80°, em 2 minutos. Deseja-se aquecer a mesma quantidade de água de 20°C até 80°C em um minuto, sem alterar a fonte de tensão à qual o resistor está ligado.

Para isto devemos trocar o resistor por outro, de mesmo material,

- a) com mesma espessura e um quarto do comprimento.

- b) com mesma espessura e metade do comprimento.
- c) com mesma espessura e o dobro do comprimento.
- d) com mesmo comprimento e a metade da espessura.
- e) com mesmo comprimento e o dobro da espessura.

Resposta: B

2. O efeito de aquecimento de um resistor devido a passagem de corrente elétrica recebe um nome especial. Qual o nome deste efeito?

Resposta: Efeito Joule

Amarelo (Receptor)

1. Das alternativas dadas a seguir sobre exemplos de receptores, todas estão erradas, exceto:

- a) Babyllis, ondulador, chapinha
- b) forno, torradeira, sanduicheira
- c) ferro de passar, pilha, ventilador
- d) liquidificador, batedeira, televisão
- e) usina hidrelétrica, usina eólica e usina nuclear

Resposta: D

2. O receptor transforma energia elétrica em outra forma de energia, exceto qual?

Resposta: Calor

Roxo (Capacitor)

1. O nome do dispositivo capaz de armazenar energia elétrica é o:

- a) gerador
- b) resistor
- c) capacitor
- d) receptor
- e) interruptor

Resposta: C

2. Dos exemplos de aparelhos listados abaixo, a alternativa que contém apenas exemplos de capacitores é:

- a) chapinha, televisão, pilha
- b) flash de câmera, desfibrilador, no-break
- c) bateria, forno elétrico, geladeira
- d) ferro de passar, ventilador, flash de câmera
- e) sanduicheira, usina hidrelétrica, batedeira

Resposta: B

Já o grupo 2, mostrado na figura 47, ficou com o texto 2, que trata da corrente elétrica, Leis de Ohm e associação de resistores, apresentou o jogo de tabuleiro 'Eletromag', onde se influenciaram por outros jogos de tabuleiro, como 'Banco Imobiliário', e 'Jogo da Vida'.

De acordo com o grupo, cada um dos integrantes pensou em diferentes jogos, como xadrez, jogos de cartas, da memória... Mas a maioria decidiu por elaborar um jogo de tabuleiro. Desenharam o tabuleiro no programa PowerPoint e enviaram a uma gráfica para a impressão. Em relação às cartas, o grupo realizou uma coleta para a compra do material necessário pra sua confecção, como papel cartão, a caixa do jogo, cola, tintas, dado e isopor. O trabalho foi dividido entre eles e cada integrante ficou com uma tarefa para a elaboração do jogo.

As perguntas do jogo também foram retiradas de sites especializados em ensino de física e do material entregue em sala de aula, num total de 30 perguntas.

Fig. 47. Grupo 2 e o jogo de tabuleiro Eletromag



Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 48. Caixa do jogo Eletromag



Fonte: Do Autor (2018)

Assim como no grupo 1, cada integrante do grupo 2 discorreu sobre as regras do jogo, que estão descritas abaixo.

Regras do Jogo Eletromag.

1. Podem jogar de 2 a 4 jogadores
2. Cada jogador escolhe um pino da cor de sua preferência
3. Jogam-se o dado para definir quem começa a partida. O jogador que obtiver maior número do dado inicia o jogo.
4. Joga-se o dado para saber quantas casas deverá andar.
5. As casas são das cores vermelha, azul, preta, dourada e branca, cada uma com um nível de dificuldade de perguntas.
6. Se o jogador casa vermelha, deverá pegar do monte um carta vermelha e escolher uma alternativa para a pergunta. Caso acerte, anda uma casa a frente e se errar, fica fora da próxima rodada.
7. Se o jogador casa azul, deverá pegar do monte um carta azul e escolher uma alternativa para a pergunta. Caso acerte, joga mais uma vez e se errar, volta duas casas.
8. Se o jogador casa preta, deverá pegar do monte um carta preta e escolher uma alternativa para a pergunta. Caso acerte, avança 3 casas e se errar, volta duas casas e fica fora da próxima rodada.
9. Caso o jogador caia na casa elétron, deverá pegar uma carta dourada que contém uma surpresa.
10. As casas brancas são casas neutras, sem perguntas.
11. O vencedor será aquele que atingir primeiro na linha de chegada.

* Cartas Vermelhas – nível fácil

* Cartas Azuis – nível intermediário

* Cartas Pretas – nível difícil

* Cartas Douradas – cartas surpresa

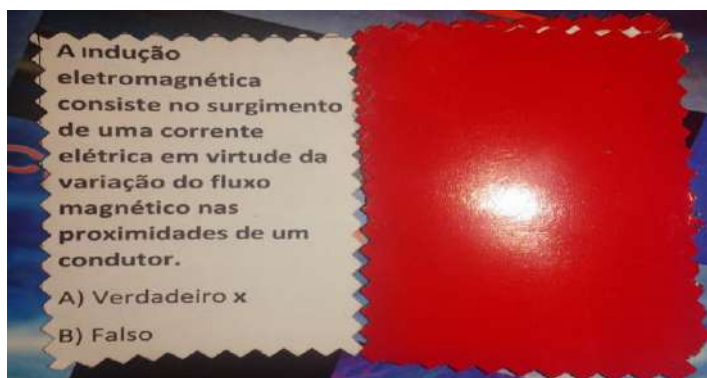
A seguir, nas figuras 49, 50, 51, 52 e 53, são mostrados o tabuleiro e alguns exemplos de perguntas do jogo, de cada nível.

Fig. 49. O Tabuleiro, o dado, as peças e as cartas



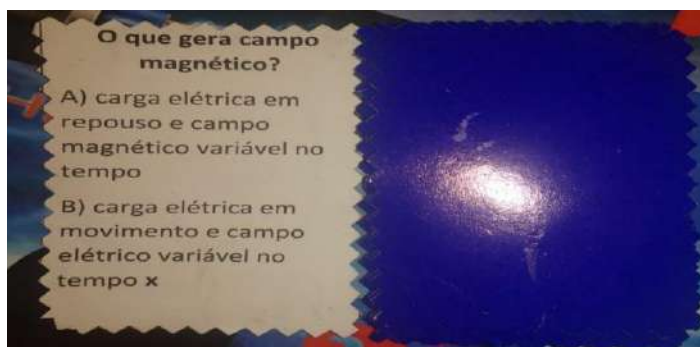
Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 50. Exemplo de pergunta nível fácil



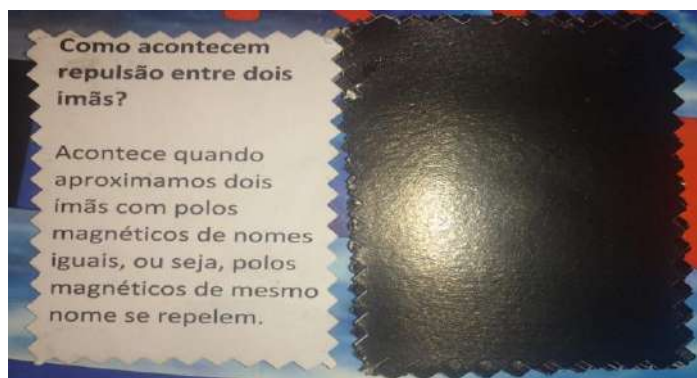
Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 51. Pergunta nível intermediário



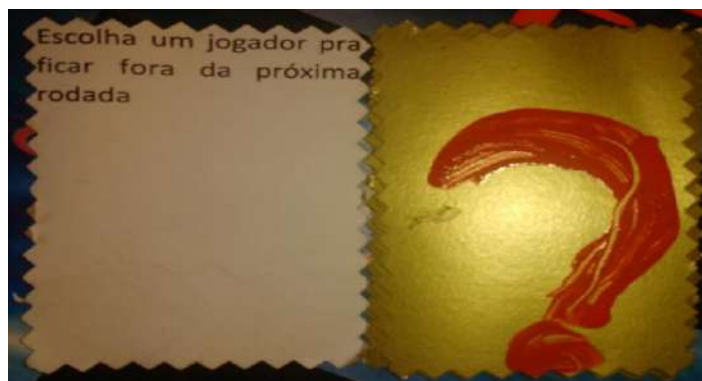
Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 52. Pergunta nível difícil



Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 53. Carta surpresa



Fonte: Do Autor (2018)

O grupo 3, mostrado na figura 54, ficou com o texto que tem como conteúdo Ímãs e Indução eletromagnética. Para fugir da ideia de jogo de tabuleiro, considerado comum pelo grupo, tiveram a ideia de criar um jogo com cartas, surgindo daí a ideia de se basear no jogo “Uno”, que é um jogo bem conhecido e popular entre os adolescentes.

Decidiu-se então que as cartas teriam imagens de físicos que tiveram relação com o estudo e evolução do eletromagnetismo, como Faraday, William Gilbert, Ampère, entre outros. Decidiram também que haveria cartas com imagens de outros símbolos do eletromagnetismo, como ímãs. O material utilizado na confecção das cartas foram papel cartão e imagens impressas em folhas A4 e coladas com cola de bastão. A caixa do jogo foi feita com papelão e

teve como acabamento papel cartão preto e detalhes também com papel cartão de cores azul e vermelho, que compuseram o nome do jogo na caixa. Assim como os grupos anteriores, as perguntas foram retiradas da internet e do material de apoio.

Os integrantes do grupo apresentaram as regras e o modo de jogar do jogo.

Fig. 54. Grupo 3 e o jogo Elétron



Fonte: Do Autor (2018)

Características e Regras

1. O jogo se baseia em cartas.
2. Quantidade de jogadores é de 2 a 6.
3. Serão cartas “grandes” com imagens.
 - . Cartas de 0 á 9 -> apenas imagens de físicos.
 - . Cartas especiais:
 - Volta = vai simplesmente servir para voltar, mudar a direção da jogada.
 - Bloqueio= irá simplesmente bloquear o jogador seguinte.

- Cartas +2 = a pessoa que jogar essa carta irá direcionar, obrigatoriamente, uma pergunta ao próximo jogador. A mesma terá dois hemisférios, o polo norte e o polo sul, nas quais terão perguntas difíceis distintas. O jogador ao qual foi direcionado a carta deverá escolher um dos polos, se errar a resposta do polo escolhido precisará comprar 2 cartas.

Obs: a jogada contará com um juiz que comandará as perguntas e averiguará se estão sendo feitas e respondidas corretamente.

- Cartas +4 = irão funcionar de forma semelhante às cartas +2, porém nessa carta terão 4 perguntas, duas numerações no polo norte e duas no sul, o jogador seguinte deverá responder pelo menos duas, que será do polo escolhido.

*** Regras especiais para as cartas de números 0, 7, 9:**

1. Se jogarem uma carta contendo o número 0, o jogador seguinte terá que responder uma pergunta do polo norte ou do sul, a escolha fica ao critério do jogador.

Obs: o jogador só poderá jogar a carta 0 em cima de um +2 ou +4, para poder trocar os polos (de norte pra sul ou de sul pra norte).

2. Quando jogarem a carta com o número 7, todos devem ficar em silêncio. Se um dos jogadores falar, responderá uma pergunta feita pelo jogador que jogou a carta.

3. Na carta de número 9, quem bater por último responderá a pergunta feita por quem bateu primeiro.

* Quem estiver com 1 carta em mãos, deverá gritar "Faraday". Se outro jogador gritar "Faraday" primeiro, o jogador que tem uma carta terá que comprar do monte 2 cartas.

* Vence o jogador que descartar todas suas cartas.

Na figura 55 está o grupo 4, que ficou com o texto 4 que engloba os tópicos de geração de energia elétrica e eletrostática, apresentou o jogo 'Jogo dos Elétrons', também de tabuleiro. Os alunos aproveitam e adaptaram peças e tabuleiro de outros jogos, como as cartas de um baralho, os pinos e o tabuleiro do jogo 'Qual é a Palavra?'. As cartas de baralho foram cobertas com papel impresso com as perguntas do jogo.

Fig. 55. Grupo 4 e o Jogo dos Elétrons



Fonte: Do Autor (2018)

As perguntas e respostas, assim como as regras do Jogo dos Elétrons foram elaboradas por todos os integrantes do grupo e estão explicitadas a seguir.

Regras:

1. O número de jogadores são no mínimo 3 e no máximo 6, sendo que um deve ser o leitor das perguntas e o verificador das respostas.

2. Cada cor no tabuleiro corresponde a um nível de pergunta.

3. As cartas estrelas são as cartas bônus. O jogador que cair na casa estrela terá o direito de fazer uma pergunta para um dos outros jogadores, a sua escolha. Se o jogador escolhido acertar, ele andará uma casa à frente. Se ele errar, ficará no mesmo lugar.

4. A cada acerto de pergunta de uma das casas (verde, laranja e amarelo) o jogador avançará 2 casas. Caso erre, voltará 2 casas.

5. O vencedor será o jogador que chegar primeiro a completar o percurso.

Nas figuras 56, 57, 58 e 59 estão ilustradas o tabuleiro do jogo e alguns exemplos de cartas de cada nível de pergunta e da carta estrela.

Fig. 56. Tabuleiro do Jogo dos Elétrons



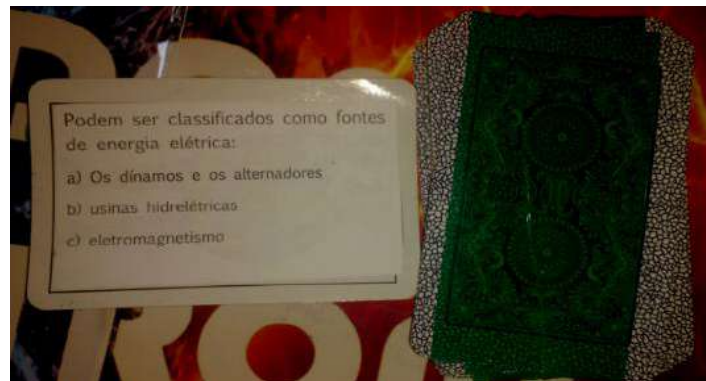
Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 57. Exemplo de pergunta da casa laranja



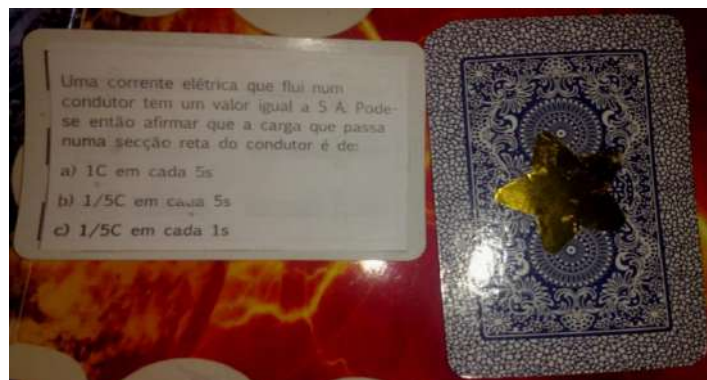
Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 58. Exemplo de pergunta da casa verde



Fonte: Do Autor (2018)

Fig. 59. Carta estrela



Fonte: Do Autor (2018)

É importante salientar que algumas perguntas dos jogos precisaram ser ajustadas, algumas por estarem mal elaboradas ou por estarem conceitualmente erradas.

4.7 Sétimo encontro

No sétimo encontro, nas aulas 13 e 14, temos o principal momento da sequência didática, no qual ocorre a prática lúdica, que é o cume do nosso trabalho, onde os alunos irão aplicar os conhecimentos adquiridos no segundo momento na aplicação dos jogos criados por eles.

Inicialmente, preparou-se a sala para desenvolvimento da prática. Observou-se que os alunos estavam entusiasmados com a ideia de ter uma aula que utilizaria jogos, que fugia da aula tradicional e comum. A seguir, foram organizadas 2 equipes, de 4 jogadores cada uma, para a aplicação do jogo do grupo 1, o '*Jogo da Roleta*', conforme a figura 60.

Após a leitura das regras, inicia-se o jogo. As equipes rodam a roleta e respondem às perguntas referentes a cada cor. Por conta do pouco tempo disponível, limitamos a 4 rodadas cada partida. No decorrer da aplicação do jogo, verificou-se grande animação e determinação por parte das equipes para vencer a partida, observando um momento de cooperação mútua entre os participantes de cada equipe. Realizamos outra partida, com outras duas equipes, onde os alunos também mostraram muita empolgação em participar do jogo. O grupo 1 entregou brindes para as equipes vencedoras, como bombons e chocolates.

Fig. 60. Aplicação do Jogo da Roleta



Fonte: Do Autor (2018)

A seguir, organizamos a sala para a realização do jogo do grupo 2, o jogo '*Eletromag*', jogo de tabuleiro para 4 jogadores e 1 juiz, que lê a pergunta correspondente das casas e indica se está correta ou não a resposta dada pelo participante. Após todos estarem familiarizados com as regras do jogo, inicia-se

a partida. Joga-se o dado para designar quem iniciará o jogo. O participante que tirar o maior número no dado começa. A prática está ilustrada na figura 61.

Fig. 61. Alunos jogando Eletromag



Fonte: Do Autor (2018)

A partida se mostrou bastante dinâmica e disputada, tendo os 4 participantes chances de vencer. O jogo terminou quando o primeiro jogador chegou à última casa.

No decorrer da partida, foram feitas algumas observações interessantes. Por exemplo, as casas pretas, que contam com as perguntas discursivas, sem opção de escolha e, por esse motivo, são consideradas as mais difíceis, esperava-se que os participantes errassem com maior frequência que as das outras casas, que são questões com múltipla escolha. Mas o observado foi que erraram poucas questões das casas pretas, o que mostrou que os alunos conseguiram internalizar o conteúdo abordado no jogo.

Outro ponto a atentar foi o interesse dos outros alunos da turma em querer participar do jogo, fazendo com que realizássemos mais uma partida com outros participantes.

Posteriormente, organizamos os alunos para realizarmos o desenvolvimento do terceiro jogo, do grupo 3, o '*Elétron*', baseado e inspirado no famoso jogo de cartas '*Uno*'. Em se tratando de um jogo bastante popular entre os adolescentes, houve um grande interesse entre os alunos para

participar desta prática. Escolheram-se então 6 para participarem da partida. Foi realizada a leitura de todas as regras e depois de decidirem quem começaria o jogo, tem-se início ao mesmo. No decorrer da prática lúdica, como ilustra a figura 62, 6 alunos competiram e 1 ficou como sendo o juiz, realizando as perguntas e identificando as respostas corretas ou incorretas. Ao professor cabe a organização e a mediação da prática.

Fig. 62. Alunos jogando Elétron



Fonte: Do Autor (2018)

Na aplicação do jogo, também se observou grande motivação e espírito de competição entre os jogadores, tendo momentos de grande euforia e entusiasmo. Como o jogo se estendeu por bastante tempo e nosso tempo de aula era limitado, foi realizada apenas uma partida, embora muitos alunos também gostariam de ter participado.

Chega a vez de realizarmos a prática do último jogo da nossa aula, o '*Jogo dos elétrons*', jogo de tabuleiro de perguntas e respostas com níveis diferentes de dificuldade.

A exemplo dos jogos anteriores, os alunados mostraram grande interesse em participar da partida, sendo que o número de jogadores não poderia exceder o número de 4 e um sendo o juiz, que faz as perguntas e indica se o jogador acertou ou errou. Mais uma vez, o professor tem o papel de orientador e mediador da prática. Esboçou-se uma pequena discussão para escolher quem iria jogar e após a definição dos jogadores, cada um coloca seu

pino no ponto de partida e é feito a leitura das regras. Em seguida, joga-se o dado para definir quem inicia a partida.

A dinâmica do jogo é simples. O primeiro jogador lança o dado e anda o número de casas que o dado indicar. Ao cair em uma casa, o juiz retira do monte uma carta correspondente e realiza a pergunta. Caso acerte ou erre, terá que seguir as regras explicitadas no tópico anterior. O primeiro que chegar ao ponto de chegada, é o vencedor do jogo.

Um ponto relevante a ser observado foi a rapidez com que os participantes respondiam as questões, inclusive as consideradas mais difíceis, geralmente respondidas corretamente. A figura 63 ilustra a prática do jogo.

Fig. 63. Prática do Jogo dos elétrons



Fonte: Do Autor (2018)

A prática lúdica foi tão bem aceita pelos alunos que eles pediram para a professora de espanhol, que viria logo após a aula de física, para doar seu horário de aula para podermos jogar outras partidas. A professora cedeu então seu tempo para nossa prática, o que rendeu mais algumas partidas dos quatro jogos apresentados pelos alunos.

É válido ressaltar o papel do professor durante toda a aplicação da prática lúdica que é o de mediador e orientador da atividade, fazendo observações quando necessário, também de corrigir algumas questões ou respostas elaboradas erroneamente pelos alunos, além de ter a oportunidade

de contextualizar em outras situações certos conceitos e ideias apresentadas nos jogos.

4.8 Oitavo encontro

Após a realização dos jogos elaborados pelos alunos, o oitavo encontro se realizou em duas etapas, onde a turma respondeu a três questionários que servirão para avaliar os conhecimentos adquiridos durante a aplicação da metodologia apresentada. Os três questionários são, respectivamente, o questionário de sondagem entregue no primeiro encontro, o questionário de opinião da sequência didática e o questionário avaliativo final, que fez parte da 4ª avaliação bimestral do ano letivo de 2018. Todas as questões do questionário de opinião estão explicitadas no próximo capítulo. A análise de cada questionário está descrita no capítulo 5 e as questões da avaliação final estão disponíveis no apêndice B.

Na primeira etapa, o professor entregou o questionário de sondagem inicial e o questionário de opinião da sequência para os alunos responderem num tempo limite de 45 minutos. Na segunda etapa o professor entrega o questionário avaliativo final, com 10 questões objetivas que englobam todo o conteúdo envolvido na sequência didática aplicada. A atividade tem 45 minutos de duração, completando as duas horas-aula que o professor possui.

5. Discussões sobre a proposta do produto educacional

O produto desta pesquisa é uma sequência didática que tem por objetivo conciliar divertimento e aprendizagem, de forma a criar um ambiente lúdico em sala de aula e propiciar uma aprendizagem significativa de conceitos de eletricidade. Uma sequência didática pode ser entendida como um conjunto de atividades planejadas e articuladas entre si, fundamentada em uma teoria da aprendizagem, de modo que os discentes alcancem o aprendizado efetivo de certo conteúdo (Kobashigawa et al., 2008; Batista e Fusinato, 2016).

A sequência didática apresentada neste trabalho procurou seguir os pressupostos de ZABALA (1998, p. 63) que nos diz que uma sequência didática deve, necessariamente, conter atividades que:

- “permitam determinar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conteúdos de aprendizagem;
- provoquem conflito cognitivo, de forma a estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos intuitivos dos estudantes;
- promovam uma atitude favorável do aluno, de modo que fiquem motivados para o estudo dos conteúdos propostos”.

Acreditamos que a sequência didática apresentada se encaixa e satisfaz os pressupostos assentados por Zabala.

Na pesquisa foram planejadas 8 encontros de 2 horas-aulas cada, aproveitando a carga horária que o professor compreendia na instituição onde foi realizada a aplicação da sequência. Porém, o número de encontros e o número de horas-aulas podem ser adaptados de acordo com a necessidade e disponibilidade de carga horária do professor que aplicará a sequência. Em relação ao conteúdo de Física utilizado na pesquisa, o professor também pode adaptar de acordo com o planejamento do ano letivo vigente em sua instituição. Na presente pesquisa o conteúdo de Física estudado foi eletricidade por se

tratar de um conteúdo que se encontrava no planejamento do material didático utilizado pela escola.

Outro aspecto importante a atentar é o tamanho da turma. Acreditamos que o tamanho de turma ideal para a aplicação dessa sequência seria de 30 alunos. Dessa forma, o professor teria mais domínio sobre a organização e participação dos grupos durante os jogos. Com turmas com número elevado de alunos, há chances de uma boa parcela dos alunos se dispersarem durante a atividade. Uma sugestão para contornar esse problema é o professor contar com um estagiário para auxiliá-lo durante a aplicação da sequência didática. No caso específico desta pesquisa o professor não contava com esse recurso.

O professor também pode optar por usar o horário de aula para a elaboração dos jogos pelos alunos, o que proporcionaria uma melhor mediação durante a atividade, favorecendo e intensificando a interação professor-aluno. Porém, o professor deve tomar cuidado para não interferir demasiadamente no processo, prejudicando a autonomia dos discentes, fator inerente ao produto.

Por fim, no que cabe aos recursos tecnológicos utilizados na sequência didática, ou seja, simuladores, vídeos e slides, o ideal seria que cada aluno possuísse acesso a um computador, o que potencializaria o resultado da aprendizagem proposta na pesquisa, haja vista que cada aluno teria a oportunidade de entrar em contato com tecnologias direcionadas ao ensino. No que diz respeito aos simuladores, são ferramentas interessantes para a aprendizagem de conceitos e fenômenos da Física que o aluno considera difícil e/ou abstrato. No caso da eletricidade, alguns fenômenos se encaixam nessa descrição, como circuitos elétricos e indução eletromagnética, por exemplo. Os simuladores então permitem que o aluno observe os fenômenos e a evolução dos fenômenos e seja capaz de repetir e construir o experimento sempre que desejar (TAVARES, 2008).

6. Análise dos Resultados

O presente capítulo objetiva analisar a sequência didática aplicada aos sujeitos da pesquisa realizada. Foram analisados os resultados obtidos no questionário de conhecimentos prévios através das questões de sondagem inicial antes e após a aplicação da sequência didática, no questionário de opinião da sequência didática e os resultados do teste avaliativo.

O processo de avaliação é um processo no qual se visa não somente a quantificação do desempenho escolar do aluno através de testes, mas tem como objetivo também investigar a acolhida do discente quanto ao método pedagógico aplicado pelo professor. Conforme Luckesi (2001, p. 1):

O ato de avaliar, devido a estar a serviço da obtenção do melhor resultado possível, antes de mais nada, implica a disposição de acolher. Isso significa a possibilidade de tomar uma situação da forma como se apresenta, seja ela satisfatória ou insatisfatória, agradável ou desagradável, bonita ou feia.

Diante disso, precisamos avaliar não somente um dado quantitativo de rendimento, mas o contexto geral no qual o processo de ensino-aprendizagem se deu. Na aplicação da sequência didática procurou-se sempre seguir as etapas e objetivos propostos para cada encontro e os alunos foram observados durante toda a aplicação, buscando sempre constatar e verificar a compreensão do conteúdo e sanar possíveis dúvidas ou dificuldades que naturalmente surgiriam.

No que diz respeito ao uso de jogos como ferramenta pedagógica, como já foi elucidado, tem um grande potencial facilitador da aprendizagem por seu caráter dinâmico e divertido, porém, possui também suas limitações. Ao apontar as vantagens do uso dos jogos, podemos destacar o fato de que a diversão está associada a esse tipo de atividade e isso se ajusta ao objetivo de querer motivar o aluno para a aprendizagem (GRANDO, 2001; MARTINS, VAZ & SANTOS, 2010). Outro fator a salientar é que os jogos consistem em um

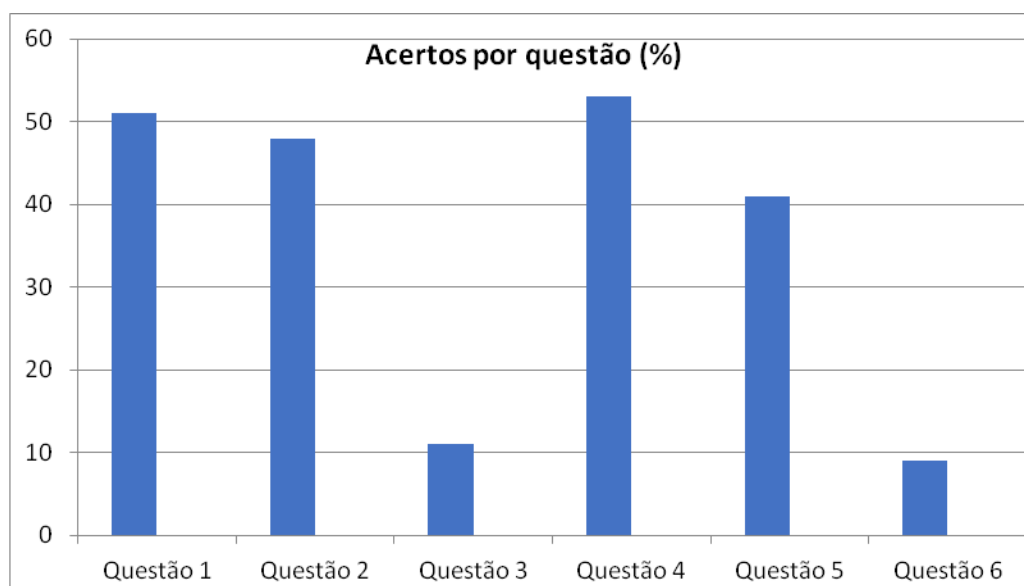
mecanismo de avaliação tanto para os alunos como para o professor, pois no decorrer da atividade, ambos fornecem um feedback da aprendizagem como um todo (Grando, 2001; Martins, Vaz & Santos, 2010; Tornero, 2009). No decorrer da nossa aplicação, em todo o momento foram observados as atitudes dos alunos, a maneira com que jogavam, participavam da atividade e assimilavam os conteúdos, assim como a construção de uma relação afetiva mais intensa, tanto aluno-aluno como professor-aluno.

Entre os aspectos negativos do uso de jogos em sala de aula, podemos citar o fator tempo. Alguns professores podem não possuir uma carga horária que seja favorável à aplicação desse tipo de metodologia, deixando o lúdico de lado e optando pela aula expositiva. Outro aspecto importante a frisar é o de que ainda vigora a ideia de que a seriedade do processo de ensino-aprendizagem deve basear-se no método tradicional-expositivo (Tornero, 2009), o que também leva o professor a rejeição do uso do lúdico em sala de aula. No caso da presente pesquisa, o professor teve apoio em todos os sentidos, pois contava com uma carga horária favorável à atividade e a escola não se amarrou às metodologias conservadoras e tradicionais, dando ampla liberdade para a ocorrência da atividade em questão.

6.1. Análise do Questionário de Conhecimentos Prévios

O questionário de sondagem inicial foi realizado na primeira aula da sequência didática. Como as questões são discursivas, cada questão seria considerada correta caso o aluno redigisse sua resposta relacionando minimamente os fenômenos com conceitos de eletricidade. O gráfico 1 ilustra o quantitativo de acertos.

Gráfico 1. Quantitativo de acertos do questionário inicial



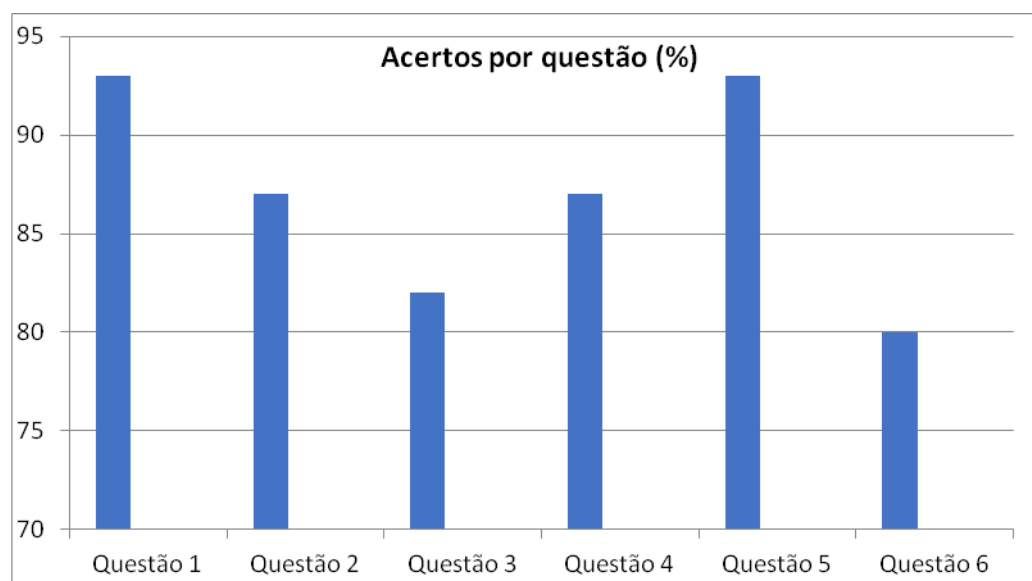
Fonte: Do Autor.

Podemos observar no gráfico 1 que mais de 50% dos alunos responderam de forma satisfatória as questões 1 e 4, um número de alunos bem próximo de 50% acertaram a questão 4, enquanto que nas questões 3 e 6 a porcentagem de acertos foi inferior a 15%.

O resultado mostrado no gráfico acima demonstra que os alunos já tinham certo conhecimento sobre alguns conceitos do eletromagnetismo, ainda que superficiais, mas de senso comum, sem profundidade e sem a fundamentação científica. A sequência didática foi planejada de tal forma que os alunos pudessem fazer a ancoragem dos conhecimentos prévios com novos conteúdos, integrando-o e incorporando-o em seu sistema cognitivo de forma não literal e não arbitrário, na perspectiva da aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1978).

Após a intervenção didática, reaplicamos o questionário da 1 aula da sequência, onde obtemos o seguinte gráfico de quantitativo de acertos.

Gráfico 2. Quantitativo de acertos do questionário inicial após a sequência didática



Fonte: Do Autor.

Analisando o gráfico 2, podemos observar que, após a aplicação da sequência didática, todas as questões foram corretamente respondidas por um percentual de no mínimo 80%, o que evidencia uma evolução do desempenho dos alunos, que conseguiram responder de forma mais satisfatória as questões apresentadas e mostraram uma melhor compreensão dos conceitos da eletricidade.

No que diz respeito à questão 1 “De que forma a eletricidade e o magnetismo se manifestam na natureza?”, antes da aplicação do produto, pouco mais de 50% da turma relacionava alguns fenômenos naturais à eletricidade, como raios num dia de chuva ou as auroras boreais, sendo estas últimas menos recorrentes nas respostas dadas pelos alunos. Após a aplicação, cerca de 93% da turma redigiu uma resposta satisfatória relacionando os fenômenos. Em torno de 7% dos alunos não conseguiram identificar e relacionar tais fenômenos ao conteúdo abordado.

Em relação à questão 2 “Como a eletricidade e o magnetismo estão presentes em seu cotidiano?”, esperava-se que o aluno citasse por, exemplo, os aparelhos eletrodomésticos presentes em suas residências que funcionam a base de eletricidade, os ímãs de geladeira como exemplo do magnetismo,

assim como cartões de crédito, auto-falantes e/ou motores elétricos. Antes da aplicação, pouco menos de 50% dos discentes redigiram respostas satisfatórias, citando pelo menos, um exemplo referente à eletricidade e um exemplo referente ao magnetismo. Após a sequência didática, temos um aumento significativo de respostas corretas, com 87% de acertos.

A questão 3 “No vídeo das crianças, por que os cabelos ficavam arrepiados ao escorregar nos tobogãs ou ao esfregar tecidos em seus cabelos?”, refere-se a um dos vídeos apresentados no primeiro encontro da sequência didática. A resposta seria considerada correta caso o aluno citasse o fenômeno da eletrização por atrito. No primeiro momento, apenas 11% da turma relacionou o fato do cabelo arrepiar com tal fenômeno de eletrização, o que mostra que quase a totalidade da turma desconhecia tal processo. Podemos, por leitura do gráfico 2 que o percentual de respostas consideradas corretas, após a intervenção didática, aumentou expressivamente para 82%, tendo conhecimento não só do processo de eletrização por atrito, mas também por contato e indução, tendo como exemplo de aplicação direta os para-raios.

Em relação a outro vídeo apresentado no primeiro encontro, fez-se a questão 4 “No vídeo Super Choque vs Liga da Justiça, por que Super Choque conseguiu eletrocutar o Batman através do cabo?”. 53% da turma relacionou o fato de que a eletricidade percorreu o cabo por este ser de metal e dessa forma, ser um bom condutor de eletricidade. Por conseguinte, 87% relacionou satisfatoriamente o fato de que o cabo de metal é um bom condutor de eletricidade. Percebe-se que grande parte já continha o conceito de condutor de eletricidade presente em sua estrutura cognitiva, precisando dar clareza científica ao conceito, o que foi um dos objetivos da nossa pesquisa.

A questão 5 “Em sua residência, o que influencia no consumo de energia elétrica? Como podemos economizar essa energia?” seria considerada correta se o aluno, em sua redação, citasse as grandezas potência dos aparelhos eletrodomésticos, tempo de funcionamento dos aparelhos e/ou o número de aparelhos em funcionamento. No gráfico 1 podemos observar que cerca de 41% da turma conseguiu citar pelo menos um dos fatores referidos, tendo a grande maioria citado apenas ou o tempo de funcionamento ou o número de

aparelhos ligados. Nenhum aluno citou o fator potência elétrica. O gráfico 2 nos mostra que, após a sequência didática, o percentual de acertos sofreu relevante acréscimo para 93% da turma, com a grande maioria citando os três fatores influenciadores do consumo de energia elétrica em suas residências.

A questão 6 “Por que num mesmo ambiente de sua casa pode-se apagar uma lâmpada sem que as outras demais deixem de funcionar enquanto que nos piscas-piscas de árvore de natal tradicionais isso não ocorre?” estaria correta caso o aluno mencionasse o tipo de ligação feita entre os aparelhos, em série ou em paralelo. Conforme indica o gráfico 1, em torno de 9% apenas mencionou o fato do tipo de ligação entre os aparelhos ser feito de modo diferente, porém, sem mencionar se a ligação era em série ou em paralelo. O restante da turma não soube redigir uma resposta satisfatória. O gráfico 2 mostra que 80% dos discentes, posteriormente, expressaram de forma satisfatória uma resposta, identificando os tipos de ligação entre os respectivos aparelhos.

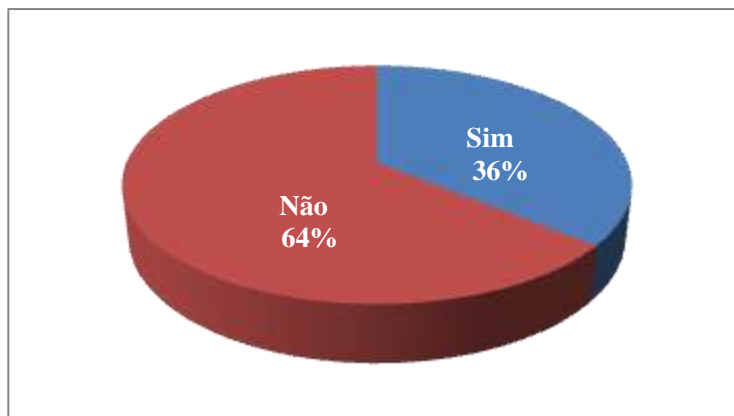
Dessa forma, nota-se que os conceitos prévios já existentes no cognitivo dos alunos serviram de ancoragem para novos conceitos, mais significativos e abrangentes.

6.2. Análise do Questionário de Opinião da Sequência Didática

Na última aula da sequência didática realizou-se a aplicação do questionário de opinião da didática aplicada à sala de aula, juntamente com o teste avaliativo. O objetivo do questionário foi de verificar a aceitação da proposta didática na perspectiva do discente. Essa avaliação constou com 6 perguntas do tipo sim ou não cujos resultados foram convertidos nos gráficos a seguir apresentados.

Pergunta 1: Você já participou de uma aula, de Física ou de outra disciplina, que utilizava jogos como ferramenta pedagógica?

Gráfico 3. Pergunta 1 do questionário avaliativo da sequência didática

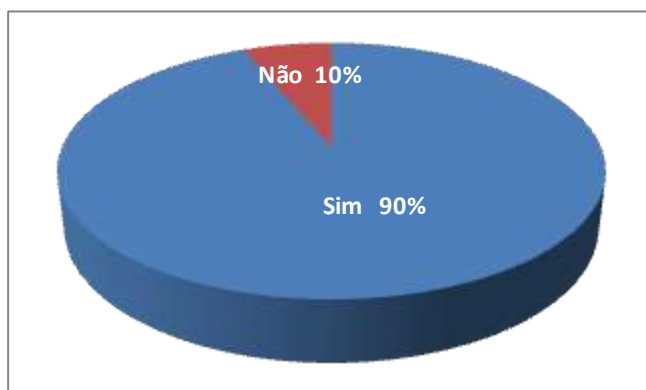


Fonte: Do Autor

O gráfico 3 nos mostra que a grande maioria dos alunos nunca vivenciaram uma aula com prática lúdicas em Física e outras disciplinas, o que nos proporcionou uma grande oportunidade de aplicar esse tipo de metodologia. De fato, essa proposta diferenciada traz uma possibilidade de motivar a participação do próprio aprendiz e que concordando com as ideias de Vigotsky (1998), promove um processo de melhora da interação entre os alunos e do aprendiz através dessa interação.

Pergunta 2: Você considera que com a metodologia utilizada pelo professor, com o uso dos jogos, favoreceu o seu aprendizado do conteúdo

Gráfico 4. Pergunta 2 do questionário avaliativo da sequência didática



Fonte: Do Autor

O resultado ilustrado no gráfico 4 demonstra que a prática lúdica, de acordo com Kishimoto (2011), Macedo (2005), Rau (2007), Antunes (2013), corresponde a uma ferramenta bastante eficaz no processo de ensino-aprendizagem do discente, pois uso de jogos como recursos pedagógicos tem o potencial de tornar o aprendizado do aluno mais prazeroso e dinâmico. A porcentagem de 10% de alunos que consideraram que a proposta não favoreceu o seu aprendizado são considerados os alunos que pouco se envolveram nas atividades, ou por inibição ou por falta de interesse. Esse baixo percentual nos leva a concluir que a nossa metodologia teve o efeito pretendido, que é de que o lúdico favoreça o processo de ensino-aprendizagem.

Pergunta 3: Você considera que a metodologia usada pelo professor, com o uso de jogos, tem resultado superior na aprendizagem, comparada à metodologia tradicional, com uso do quadro apenas?

Gráfico 5. Pergunta 3 do questionário avaliativo da sequência didática.



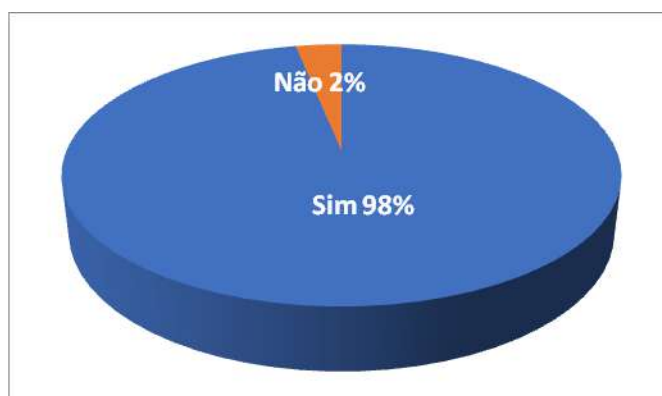
Fonte: Do Autor

O resultado evidencia o grau de satisfação dos alunos em relação à metodologia proposta, mostrando o quanto os alunos preferem uma metodologia que foge do tradicional. Nesse contexto, o professor deve rever

suas práticas educacionais, sendo capaz de oferecer aos seus alunos novas metodologias de ensino, proporcionando um ambiente em sala de aula mais dinâmico e menos rotineiro. É importante ressaltar que o ensino bancário (Freire, 1987) ou tecnicista não é descartável, mas sim, precisa ser complementado por novas metodologias, tornando o processo de ensino-aprendizado mais atrativo aos olhos dos alunos. 2% dos alunos responderam que preferem o ensino dito por eles como normal, aquele em que o professor fala e o aluno ouve e observa a resolução de exercícios.

Pergunta 4: Você se sentiu motivado a participar da metodologia de ensino proposta pelo professor?

Gráfico 6. Pergunta 4 do questionário avaliativo da sequência didática



Fonte: Do Autor

Uma das condições facilitadoras do processo de aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel, é a predisposição do aluno a participar desse processo. A prática lúdica empregada na pesquisa tinha como um dos objetivos centrais efetivar essa condição. O gráfico 6 mostra que nosso objetivo foi alcançado de forma satisfatória, onde 98% da turma se sentiu motivada a participar ativamente da construção de seu próprio conhecimento.

Pergunta 5: O material utilizado pelo professor nas aulas, slides, simuladores, textos, vídeos e imagens, facilitou sua aprendizagem do conteúdo?

Gráfico 7. Pergunta 5 do questionário avaliativo da sequência didática



Fonte: Do Autor

Outra condição que facilita a aprendizagem significativa é que o material de aprendizagem utilizado nas aulas seja potencialmente significativo, ou seja, de acordo com Moreira (1999), o material deve ser incorporável à estrutura cognitiva do aluno, de forma não literal e não arbitrária. O resultado ilustrado no gráfico 7 indica um caminho favorável a essa condição. O emprego de recursos diversos, como slides, vídeos, simuladores, textos de apoio e os próprios jogos, potencializam a possibilidade de os discentes relacionarem o que já se encontra em sua estrutura cognitiva com novas informações e conceitos.

Pergunta 6: Você gostaria de ter mais aulas com o método aplicado pelo professor, ou seja, com uso de jogos? E em outras disciplinas também?

Gráfico 8. Pergunta 6 do questionário avaliativo da sequência didática



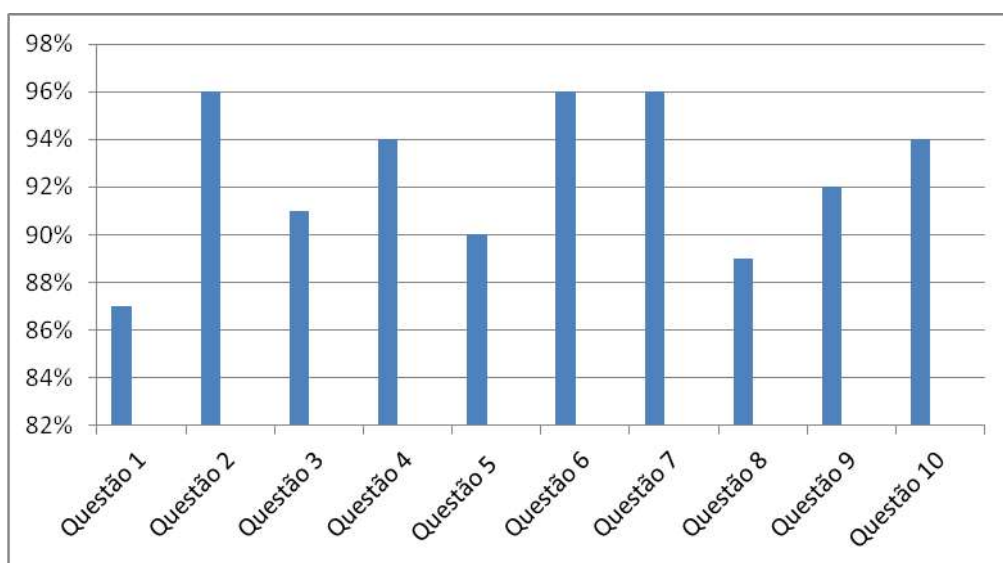
Fonte: Do Autor.

O resultado ilustrado no gráfico 7 elucidava a aceitação da aplicação da sequência didática na turma, podendo ser muito bem considerada um sucesso. Ao desejar que o método utilizado também seja empregado tanto em outras aulas de Física como nas aulas de outras disciplinas, denota a importância de novas práticas educacionais.

6.3. Análise do Questionário Avaliativo

O objetivo do questionário avaliativo em forma de teste é mensurar de que forma a atividade lúdica pode ser efetiva e auxiliar o aluno no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de eletricidade. O teste foi aplicado na última aula da sequência didática e fez parte da 4ª avaliação bimestral referente ao ano letivo de 2018. Foram 10 questões objetivas com alternativas A, B, C, D e E, com apenas uma alternativa correspondente à resposta correta. As questões estão disponíveis no anexo B. O gráfico 9 mostra a performance dos alunos no teste avaliativo.

Gráfico 9. Resultado do questionário avaliativo



Fonte: Do Autor

O gráfico 9 mostra que a intervenção didática apresentada nesse trabalho obteve bons resultados quanto a utilização de jogos como ferramenta didática para o ensino de conceitos de eletricidade. Observa-se que nas 10 questões obteve-se sempre rendimento superior a 85% de acertos.

Considerando os resultados mostrados no gráfico e relacionando às atividades desenvolvidas durante a sequência didática, julgamos que esta metodologia mostrou que os alunos, em grande maioria, conseguiram compreender o conteúdo de eletricidade.

7. Considerações finais

O propósito desta pesquisa é analisar como o lúdico pode promover um ambiente propício à aprendizagem de conceitos de eletricidade e o produto da pesquisa visa proporcionar aos professores uma alternativa metodológica para auxiliá-los na busca de uma melhoria na aprendizagem de seus alunos. Foi estruturada uma sequência didática com passos e atividades planejadas e interligadas entre si, onde a ferramenta facilitadora da aprendizagem escolhida foi a ludicidade, como forma de motivar e dinamizar o ensino-aprendizagem de conceitos de eletricidade em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, fundamentada na aprendizagem significativa de David Ausubel.

É importante salientar que a pesquisa sobre o uso de jogos no ensino de física está longe de estar finalizada, sendo este trabalho um pequeno passo dado em contribuição a esse ramo de estudo.

Os resultados revelados nesta pesquisa corroboram com a necessidade de buscarmos novas ferramentas metodológicas, convertendo o aluno de mero expectador para efetivo participante e construtor de seu próprio conhecimento. O uso de jogos, nesse sentido, faz bem esse papel, trazendo ao aluno a oportunidade de envolver-se no processo de ensino-aprendizagem, seja no jogo propriamente dito, como também na sua confecção e elaboração das regras, assim como das perguntas e respostas inerentes aos jogos. Durante a aplicação dos jogos foi evidente a excelente receptividade e o entusiasmo dos alunos ao participarem das atividades, mostrando esforços na competição dos jogos, sendo este um ponto motivador da aprendizagem.

A aprendizagem significativa, teoria que embasou nossa pesquisa, se articulou eficientemente à dinâmica inerente à metodologia utilizada na pesquisa, em especial, ao uso de jogos no ensino de Física, pois permitiu que o aluno aprendesse de forma mais significativa, pois a pesquisa do conteúdo para a elaboração das perguntas e respostas para os jogos propiciou que o mesmo fizesse a diferenciação progressiva de conceitos e ideias.

Outro fator importante que vale salientar é a criatividade apresentada pelos discentes na elaboração dos tabuleiros e cartas que se mostraram atrativos visualmente e na elaboração das regras dos jogos, onde algumas mostraram certo nível de complexidade, especialmente o jogo que simulava o Uno, onde algumas regras deste jogo foram adaptadas e outras foram modificadas completamente para se ajustarem à dinâmica do jogo por eles elaborados. Este fator está de acordo com o que afirmam Santos e Jesus (2010) em que os jogos são uma excelente ferramenta para se estimular diferentes habilidades operatórias dos discentes.

Ao final da sequência, podemos observar, através dos resultados do questionário de conhecimentos prévios e do questionário avaliativo, que a grande maioria dos alunos que participaram efetivamente da prática lúdica obteve desempenho positivo na construção de conceitos de eletricidade, o que corrobora para a afirmação de que o uso de jogos na educação contribui para uma melhoria significativa da aprendizagem.

Ao analisarmos o questionário de avaliação da metodologia utilizada pelo professor, podemos observar que a atividade lúdica obteve expressiva receptividade em relação ao público-alvo, demonstrando e enfatizando a necessidade de o professor buscar novas metodologias de ensino, visando estimular e/ou incentivar o interesse de seus alunos pela aprendizagem do conteúdo a ser abordado.

Podemos também destacar a questão da interação ocorrida durante a aplicação dos jogos, tanto aluno-aluno como professor-aluno. A prática proporcionou um estreitamento dessas relações, aproximando os sujeitos, fortalecendo relações interpessoais, o que está de acordo com Gil-Pérez e Carvalho (2009, p. 18) quando expressam que “o essencial é que possa ter-se um trabalho coletivo em todo processo de ensino/aprendizagem” e Almeida (1987, p. 22) que diz que os jogos utilizam “relações cognitivas, afetivas, verbais psicomotoras, sociais, a mediação socializadora do conhecimento e a provocação para uma reação ativa, crítica e criativa do aluno”.

Pelo acima exposto e pela fala de Ramos e Ferreira (2001), os jogos tem importância fundamental no ensino de Física, pois é um recurso

pedagógico que apresenta diversas possibilidades para a construção do conhecimento do discente.

Por fim, entendemos que a temática e seus conceitos foi desenvolvida com eficiência através da sequência didática aplicada na pesquisa e que a atividade lúdica atendeu aos requisitos para a problematização inicial e para a obtenção dos objetivos propostos.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Paulo Nunes de. **Educação Lúdica**: Técnicas e jogos pedagógicos. 5 ed. São Paulo: Edições Loyola, 1987.

ALVES, A. M. P. A história dos jogos e a constituição da cultura lúdica. Revista Linhas. v. 4, n. 1, 2003. Disponível em <http://revistas.udesc.br/index.php/linhas/issue/view/152/showToc>. Acesso em 15 set. 2018.

AUSUBEL, D.P.; Novak, J.D. and Hanesian, H. (1978). Educational psychology: a cognitive view. 2nd. ed. New York, Holt Rinehartand Winston.

CARCANHOLO, F. P. S. O jogo como atividade principal para a aprendizagem e o desenvolvimento infantil pela perspectiva da teoria histórico-cultural. Revista Memorare. v. 2, n. esp. VII SIMFOP, p. 80-91 set./dez. 2015. Disponível em www.portalperiodicos.unisul.br. Acesso em 15 set. 2018.

COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação escolar. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DIOGO, R.C.; GOBARA, S.T. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17., 2007, São Luis. Anais... São Luis: Sociedade Brasileira de Física, 2007. Disponível em http://periodicos.uesb.br/index.php/aprender/article/viewFile/5485/pdf_39 Acesso 08 julho. 2018.

ELKONNIN, D. (1998) Psicologia do Jogo. São Paulo: Martins Fontes. Estadual de Campinas.

FERRAREZI, Luciana Aparecida. A importância do jogo no resgate do ensino de geometria. Anais do VIII ENEM – UFPE, Recife, 2004.

FREIRE, Paulo, Pedagogia da autonomia. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIL-PÉREZ, Daniel. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Formação de professores de ciências**. 9 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

GRANDO, R. C. O Conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. Tese de doutorado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2000.

GRANDO, R. C. O jogo na educação: aspectos didático-metodológicos do jogo na educação matemática. Unicamp, 2001 www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/cursos/el654/2001/jessica_e_paula/JOGO.doc. Acesso em 20/set/2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Física 3. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Fundamentos de Física. Eletromagnetismo. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. <https://novaescola.org.br/conteudo/1493/como-organizar-sequencias-didaticas>. Acesso em 18 set 2018.

HUIZINGA, Johan. Homo ludens: o jogo como elemento da cultura. 5 edição. São Paulo: Perspectiva, 2007.

KISHIMOTO, T. M. Bruner e a Brincadeira. In: O Brincar e suas Teorias, KISHIMOTO, Tizuko M. (ORG.) São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2002.

LOPES, M. da G. Jogos na Educação: criar, fazer e jogar. 4ª Edição revista, São Paulo: Cortez, 2001.

LUCKESI, C. C. O que é mesmo o ato de avaliar a aprendizagem? Pátio Online, Porto Alegre, Artmed, ano 3, n. 12, fev./abr. 2000.

M. A. MOREIRA; N. T. MASSON - INTERFACES ENTRE TEORIAS DE APRENDIZAGEM E ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA, 2015.

MARTINS, Christiane; Vaz, Christine; SANTOS, Priscilla. "Jogos Didáticos no Ensino de Português como Língua Estrangeira". Revista eletrônica da Associação de Professores de Português, 2010, núm.1.

MASSA, M. de S. Ludicidade: Da Etimologia da Palavra à Complexidade do Conceito.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008 , pp. 23-30. Revisado em 2012.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU. Instituto de Física – UFRGS.

MOREIRA, M. A; Masini, E. F. S. Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. (1993). Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

NUSSENZVEIG, M. Curso de Física Básica 3: Eletromagnetismo, Editora Edgard Blücher, 1997.

MURCIA, Juan Antonio Moreno (Org.). Aprendizagem através do jogo. Porto Alegre: Artmed, 2005.

NETO, M. J.; PACHECO, D. Pesquisas sobre o ensino de física no nível médio no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, R. (Org.). Pesquisas em ensino de física. 2. ed. rev. São Paulo: Escrituras, 2001.

OLIVEIRA, D.L. de. Ciências nas salas de aula. Porto Alegre: Ed. Mediação, 1999.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015. 790. p.

PEDRISA, C.M. Características históricas do ensino de ciências. *Ciência & Ensino*, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001.

PIAGET (1975) – A formação do símbolo na criança . Rio de Janeiro: Zahar Editores.

PIAGET, J. A psicologia da criança. Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1998.

PIAGET, J. Psicologia e pedagogia. 2ªed. Rio de Janeiro: Forense, 1972.

PIAGET, Jean. A formação do símbolo na criança, imitação, jogos e sonhos imagem e representação.3.Ed. Rio de Janeiro :Guanabara Koogan, 1978.

PIETROCOLA, M. Curiosidade e Imaginação – Os caminhos do conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Org). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Cengage Learning, p. 119 – 134, 2009.

RAMOS, Eugênio Maria de França. FERREIRA, Noberto Cardoso. Brinquedos e jogos no ensino de Física. In: NARDI, Roberto. (Org). **Pesquisas no ensino de física**. 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora,p. 137-150, 2001.

SANTOS, C. C. S.; COSTA, L. F.; MARTINS, E. A prática educativa lúdica: Uma ferramenta facilitadora na aprendizagem na educação infantil. *Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia das Faculdades OPET*. n. 10, artigo 06, Dez. 2015. Disponível em <http://www.opet.com.br/faculdade/revista-pedagogia/pdf/n10/ARTIGO6.pdf>. Acesso em 15 set. 2018.

SANTOS, E. A. C.; JESUS, B. C. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem. Disponível em http://need.unemat.br/4_forum/artigos/elia.pdf. Acesso em 15 set. 2018.

SANTOS, E. A. C.; JESUS, B. C. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem. Disponível em http://need.unemat.br/4_forum/artigos/elia.pdf. Acesso em 15 set. 2018.

SANTOS, J. C. F. Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. Porto Alegre: Mediação, 2008.

SANTOS, S. M. P. dos. Brinquedoteca: sucata vira brinquedo. 1.ed. Porto Alegre: Artmed, 1995.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. Física III. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

SERWAY, R. A.; JR, J. W. J. Princípios da Física volume 3. Eletromagnetismo. 5. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

TAVARES, R. **Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências.** Revista *online* Ciência & Cognição, v.13, n.2, p.99-108, 2008.

TEIXEIRA, H. C.; VOLPINI, M. N. A importância do brincar no contexto da educação infantil: creche e pré-escola Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade, Bebedouro-SP, v. 1, n. 1, p. 76-88, 2014.

TORNERO, Yolanda, (2009). Las actividades lúdicas en la clase ELE: Ventajas e inconvenientes de su puesta en práctica, Madrid: Editorial Edinumen.

VIGOTSKY, L. S.; COLE, M. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. (1994). O papel do brinquedo no desenvolvimento. Em M. Cole, V. J. Steiner, S. Scribner & E. Souberman (Orgs.), A formação social da mente (pp. 121-138). São Paulo: Martins Fontes.

Apêndice A – Produto Educacional

O lúdico no processo de ensino-aprendizagem de Física:

Uma Sequência Didática para a construção de conceitos de eletricidade no Ensino Fundamental.

1. Introdução

O produto desta pesquisa é uma sequência didática que objetiva construir um ambiente lúdico em sala de aula, proporcionando uma união entre o divertimento e o aprendizado e tem como título “O lúdico como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de Física: Uma Sequência Didática para a construção de conceitos de eletricidade e magnetismo no 9º ano do Ensino Fundamental”. Ou seja, utilizando o lúdico como ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem dos alunos, a construção de conceitos de eletricidade pode passar a ser mais prazerosa.

A sequência didática está planejada em 16 horas-aulas, podendo corresponder também a 8 encontros de duas horas cada, onde deve ser abordado o conteúdo de eletricidade, dividido em 4 tópicos:

Tópico 1: Eletrostática.

Tópico 2: Corrente elétrica e leis de Ohm

Tópico 3: Potência elétrica, consumo de energia e circuitos elétricos

Tópico 4: Eletromagnetismo.

Nas aulas, o professor pode recorrer a recursos diversos, como vídeos, simuladores, textos e imagens. Para uma maior eficiência na aplicação do produto, é interessante que cada aluno possua acesso a um computador para auxílio no uso dos simuladores. Ao final do quinto encontro o professor forma grupos de alunos que receberão, cada um, um texto de apoio para o auxílio na confecção dos jogos didáticos para a aprendizagem de tópicos da eletricidade. Os textos que aconselhamos usar são os textos do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), da USP, que estão disponíveis no endereço eletrônico <http://if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>. Os textos que podem ser empregados são os textos 1, 2, 3 e 4.

É imprescindível que o professor elabore um material didático que visa atender uma das condições para a aprendizagem significativa, que de acordo com Ausubel é que o material a ser aprendido deva ser potencialmente significativo, fazendo com que o conteúdo seja incorporado de forma não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aluno.

Outra condição necessária para que ocorra a aprendizagem significativa é a predisposição do discente a querer aprender e para atendê-la busca-se o lúdico como ferramenta nesse processo.

A prática lúdica é uma estratégia que pode ser usada como estímulo na construção do conhecimento. É, portanto, uma importante ferramenta para o desenvolvimento de inúmeras habilidades do educando e possibilita a melhoria da concentração, da interação social e de alcance de objetivos propostos na aprendizagem.

Concordamos com Antunes (1998, p. 38) quando discorre que:

Jogos ou brinquedos pedagógicos são desenvolvidos com a intervenção explícita de provocar uma aprendizagem significativa, estimular a construção de um novo conhecimento e despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória.

As atividades lúdicas são, por conseguinte, uma proposta útil a tornar o processo de ensino mais prazerosa e interessante e que o professor deva incorporar os jogos como instrumento integrante do planejamento educacional em suas aulas.

2. O que é Sequência Didática?

Podemos entender uma sequência didática como sendo um conjunto de atividades planejadas pelo professor de modo que os discentes alcancem o aprendizado de determinado conteúdo (Kobashigawa et al., 2008). Para Batista e Fusinato (2016) uma sequência didática possui uma série de atividades planejadas e relacionadas entre si, tendo por base uma teoria de aprendizagem que permite ao discente uma aprendizagem efetiva.

Assim, entende-se que uma sequência didática assemelha-se a um plano de aula, porém, com maior completude por retratar diversas estratégias educacionais e estender-se por diversos dias, comumente denominados de etapas ou encontros.

Procuramos embasar a sequência didática apresentada neste trabalho segundo os pressupostos de ZABALA (1998, p. 63) que nos diz que uma sequência didática deve, necessariamente, conter atividades que:

- permitam determinar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conteúdos de aprendizagem;
- provoquem conflito cognitivo, de forma a estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos intuitivos dos estudantes;
- promovam uma atitude favorável do aluno, de modo que fiquem motivados para o estudo dos conteúdos propostos.

Acreditamos, enfim, que a sequência didática aqui apresentada se encaixa e satisfaz os pressupostos assentados por Zabala.

3. A Sequência Didática

A sequência didática é planejada para ser realizada em aproximadamente dezessesseis (16) horas-aula, o que pode corresponder a oito (8) encontros de duas horas-aula cada. Mas o professor pode adaptar o tempo de aplicação da didática de acordo com a sua realidade.

O quadro 1 apresenta o cronograma das atividades, objetivos e a carga horária de cada encontro.

Quadro 1. Cronograma de atividades

Encontros	Atividades	Objetivos	C.H
1º	Apresentação da metodologia a ser utilizada na sequência didática e questionário inicial.	Aula motivacional e sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos.	2 h/a (90 min)
2º	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes ao estudo da eletrostática.	Baseado no questionário inicial, construir conhecimentos referentes aos fenômenos eletrostáticos. (processos de eletrização, blindagem eletrostática e para-raios).	2 h/a (90 min)
3º	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes à corrente elétrica e a dispositivos elétricos	Conceituar corrente elétrica, discutir seus principais efeitos, identificar e caracterizar os diferentes dispositivos elétricos encontrados em nossas residências.	2 h/a (90 min)
4º	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes a consumo de energia em residências, leis de Ohm e circuitos elétricos.	Identificar os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica em uma residência, introduzir o conceito de diferença de potencial e resistência elétrica e relacionar as três grandezas. Caracterizar os tipos de associação de resistores.	2 h/a (90 min)
	Aula expositivo-dialogada para construção e	Conceituar e caracterizar ímãs naturais e artificiais e suas propriedades.	

5°	organização dos conhecimentos referentes aos fenômenos eletromagnéticos. Formação dos grupos para elaboração dos jogos.	Caracterizar o campo magnético terrestre e entender o fenômeno por trás do fornecimento de energia elétrica por usinas, em especial, a usina hidrelétrica.	2 h/a (90 min)
6°	Apresentação dos jogos elaborados pelos grupos.	Explicação das regras e especificidades de cada um dos jogos elaborados.	2h/a (90 min)
7°	Aplicação dos jogos	Participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem através da ludicidade.	2h/a (90 min)
8°	Avaliação da Sequência Didática	Mensuração da eficácia da sequência didática	2h/a (90 min)

Fonte: Do Autor (2018)

4.1. Primeiro encontro: Apresentação da metodologia a ser utilizada na sequência didática e questionário inicial

Objetivos: Aula motivacional e sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos.

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e questionário de sondagem inicial.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: Em um primeiro momento o professor apresenta aos alunos a metodologia a ser aplicada para abordar conteúdos referentes à eletricidade. Logo em seguida, com o uso de um datashow e um notebook ligado a uma caixa de som, o professor exhibe dois vídeos onde se pode observar situações que vislumbrava alguns fenômenos elétricos. O primeiro

vídeo é um trecho de um desenho animado, “Super Choque vs Liga da Justiça”, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=7bbveTyvqls>. No vídeo, o personagem utiliza seus poderes elétricos para derrotar uma influência maligna sobre os heróis da Liga da Justiça. De forma lúdica, os alunos podem ter contato com manifestações da eletricidade no desenho. No segundo vídeo, intitulado “Eletricidade Estática, você também pode fazer isso”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=BsUBOeC7dMI>, os discentes observam algumas situações reais de manifestações de eletricidade estática, mais especificamente, a eletrização por atrito.

Após a exibição dos vídeos, o professor entrega a cada aluno um questionário contendo perguntas sobre os conceitos apresentados nos vídeos e de algumas situações de seu cotidiano que tem relação com o conteúdo abordado na sequência didática. O objetivo do questionário é o de investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo em questão. Abaixo, as perguntas do questionário.

1. De que forma a eletricidade e o magnetismo se manifestam na natureza?
2. Como a eletricidade e o magnetismo estão presentes em seu cotidiano?
3. No vídeo das crianças, por que seus cabelos ficavam arrepiados ao escorregar nos tobogãs ou ao esfregar tecidos em seus cabelos?
4. No vídeo “Super Choque vs Liga da Justiça”, por que Super Choque conseguiu eletrocutar o Batman através do cabo?
5. Em sua residência, o que influencia no consumo de energia elétrica? Como podemos economizar essa energia?
6. Por que num mesmo ambiente de sua casa pode-se apagar uma lâmpada sem que as outras demais deixem de funcionar, enquanto que nos piscas-piscas de árvore de natal tradicionais isso não ocorre?

4.2. Segundo encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes ao estudo da eletrostática.

Objetivos: Baseado no questionário inicial, construir conhecimentos referentes aos fenômenos eletrostáticos. (processos de eletrização, blindagem eletrostática e para-raios).

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e simulador Phet.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: Baseando-se nos conhecimentos prévios dos alunos expostos no questionário de sondagem, parte-se para a construção e organização de conhecimentos referentes aos conceitos que dizem respeito à Eletrostática. O professor inicia o encontro com uma aula expositiva, que terá como principal objetivo criar condições para que o aluno possa entender melhor o tema e com isso reelaborar suas respostas dadas na primeira etapa, no fim da sequência.

A seguir temos o quadro 2 com os tópicos abordados em sala de aula e os recursos utilizados para a abordagem dos mesmos nessa etapa.

Quadro 2. Tópicos abordados no segundo encontro.

Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Estrutura Atômica	Reconhecer a estrutura atômica, com suas partículas constituintes e suas respectivas cargas elétricas.	Slides e Simulador Phet
Quantidade de Carga Elétrica e Eletrização	Introduzir o conceito de carga elétrica, entender as diferentes formas de se eletrizar um corpo e diferenciar condutores e	Slides e Simulador Phet

	isolantes elétricos.	
Força e Campo Elétrico	Compreender a lei de Coulomb de atração e repulsão elétrica e o papel do campo elétrico na transmissão de força elétrica à distância.	Slides e Simulador Phet
Eletricidade na Natureza	Compreender que a eletricidade está presente não apenas nas tecnologias criadas pelo homem, mas também na natureza, na forma de raios, relâmpagos e trovões.	Slides e Vídeos
Para-Raios	Entender a propriedade do poder das pontas de condutores e o papel do para-raios para proteção contra eletricidade na atmosfera.	Slides e vídeos.
Blindagem Eletrostática	Compreender que as cargas elétricas em excesso de um condutor se distribuem em sua superfície externa, ocasionando em um campo elétrico nulo em seu interior.	Slides, Vídeos e Experimento.

Fonte: Do Autor (2018)

A aula tem início com o professor abrindo uma discussão sobre a estrutura atômica, juntamente com suas partículas constituintes, introduzindo assim o conceito de carga elementar e do princípio fundamental da eletrostática (atração e repulsão). Seguindo o roteiro, adentra-se no tópico de quantização da carga elétrica e dos processos de eletrização, com o auxílio do simulador Phet chamado “Balões e Eletricidade Estática”, disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity.

Fig. 1. Simulação Phet de processo de eletrização por atrito.



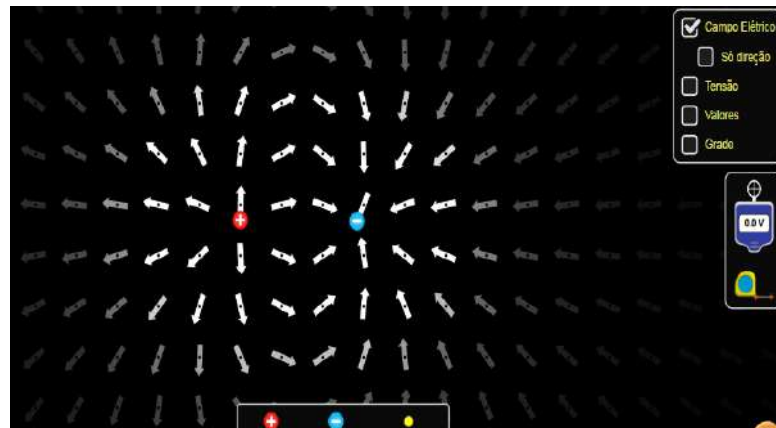
Fonte: Do Autor (2018)

A figura 1 denota a situação posterior a uma fricção entre o balão e o tecido, onde se pode notar a configuração final de cargas elétricas em cada corpo, ficando o balão eletrizado negativamente enquanto o tecido ficou eletrizado positivamente.

Ao abordar Força e Campo Elétrico, o professor utiliza também o recurso de slides e o simulador Phet, denominado “Cargas e Campos”, disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields. O Objetivo da utilização do simulador é ilustrar o comportamento das

linhas de força criadas por cargas positivas (divergente) e negativas (convergentes), como ilustra a figura 2.

Fig. 2. Simulação Phet do campo elétrico gerado por cargas.



Fonte: Do Autor (2018)

Com os conceitos de força e campo elétrico, o docente apresenta algumas aplicações práticas dos fenômenos elétricos, como a eletricidade na natureza, conceituando e diferenciando raios, relâmpagos e trovões, o uso dos para-raios e a blindagem eletrostática. Foram utilizados vídeos para este fim.

Os alunos visualizam o vídeo “Raios caindo e destruindo coisas”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=By1wj0YHw6w&t=203s>, que apresenta uma série de situações em que pode-se observar a ação de descargas elétricas na atmosfera e o vídeo “Para-raios em ação”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=0Gt6tG62YaQ>, que elucida o funcionamento do para-raios.

Apresenta-se ainda o vídeo “Bobina de Tesla – O Aprendiz de Feiticeiro”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=oAF2Jm_tv4, que aborda a gaiola de Faraday, referente à Blindagem eletrostática. Em seguida, o professor apresenta o experimento de blindagem utilizando dois celulares e um pedaço de papel alumínio, onde enrola-se um celular nesse papel e faz uma chamada de outro celular. O experimento mostra que o celular

enrolado em papel alumínio se encontrava “fora de área”, comprovando a blindagem eletrostática.

4.4. Terceiro Encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes à corrente elétrica e a dispositivos elétricos.

Objetivos: Conceituar corrente elétrica, discutir seus principais efeitos, identificar e caracterizar os diferentes dispositivos elétricos encontrados em nossas residências.

Recursos metodológicos: Slides.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: A aula tem início com o professor indagando os alunos sobre o motivo no qual as lâmpadas acendem quando liga-se o interruptor. A partir dessa resposta, o professor esclarece o que seria a corrente elétrica. Em seguida, apresentam-se os efeitos que a passagem da corrente elétrica manifesta quando atravessa os condutores, dando ênfase para o efeito magnético, térmico (Efeito Joule), luminoso e fisiológico (choque), aproveitando a deixa para orientar os alunos a serem cuidadosos ao manusear aparelhos elétricos em suas residências. Após essa discussão, o professor pergunta quais os dispositivos elétricos que eles encontram em suas residências e se saberiam classificar estes aparelhos em alguma modalidade. Dentro desse contexto, o discente apresenta os principais tipos de dispositivos elétricos: geradores, receptores, resistores e capacitores.

4.4. Quarto Encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes a consumo de energia em residências, leis de Ohm e circuitos elétricos.

Objetivos: Identificar os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica em uma residência, introduzir o conceito de diferença de potencial e

resistência elétrica e relacionar as três grandezas. Caracterizar os tipos de associação de resistores.

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e simulador Phet.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: o professor inicia convidando os estudantes a refletirem sobre alguns questionamentos para verificação dos conhecimentos prévios destes em relação ao assunto. O questionário foi o relacionado abaixo:

1. Como se dá o consumo de energia elétrica em sua residência?
2. Quais os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica?
3. O que você entende por potência elétrica de um aparelho?
4. O que seria um circuito elétrico?
5. Porque é perigoso ligar vários aparelhos em um mesmo “Benjamin”?

Partindo das respostas dadas às perguntas, o professor, utilizando recursos diversos, dá início à construção dos conhecimentos relacionados ao conteúdo proposto para a aula. Os tópicos abordados e os recursos utilizados na aula são explicitados no quadro 3, juntamente com os objetivos específicos.

Quadro 3. Tópicos abordados no quarto encontro

Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Potência e consumo de energia elétrica	Dimensionar qualitativamente o consumo de energia	Slides

	elétrica.	
Resistência elétrica e resistores	Apontar a diferença entre resistência elétrica e resistores e introduzir as leis de Ohm.	Slides e Simulador Phet.
Associação de resistores	Compreender as formas de associação de resistores, bem como suas particularidades.	Slides, Simulador Phet e experimento.
Elementos de um circuito elétrico	Identificar os diferentes elementos que constituem um circuito elétrico.	Slides e Simulador Phet
Curto-circuito	Determinar as causas e efeitos, assim como as características de um curto-circuito.	Slides, Simulador Phet e vídeos.

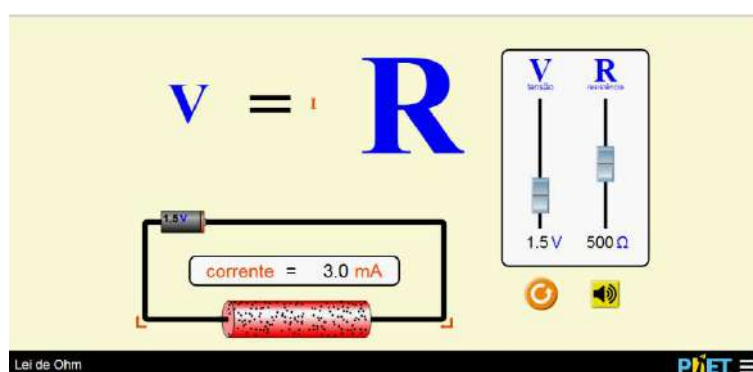
Fonte: Do Autor (2018)

De posse dos slides, o docente inicia a discussão das variáveis que influenciam o consumo de energia elétrica, introduzindo o conceito de potência elétrica, mostrando como se calcula esse consumo e como podemos economizar energia no dia-a-dia.

Partindo para o tópico seguinte, é importante o professor apontar a diferença entre resistor e resistência elétrica e a partir disso, adentrar nas leis de Ohm. Quanto a 1ª lei, frisamos na relação inversa existente entre corrente e resistência elétrica. Importante os alunos atentarem para o fato de que, mantido o valor da d.d.p constante, quanto menor a resistência elétrica, maior será a corrente e vice-versa. Aproveitando a situação da discussão sobre a 1ª Lei de Ohm, volta-se a abordar o Efeito Joule, relacionando a potência dissipada por um resistor e como esta se relaciona com outras variáveis, como corrente e tensão.

Nesse contexto, o professor parte para a apresentação do simulador Phet, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law, onde se demonstram as duas leis de Ohm, conforme a figura 3.

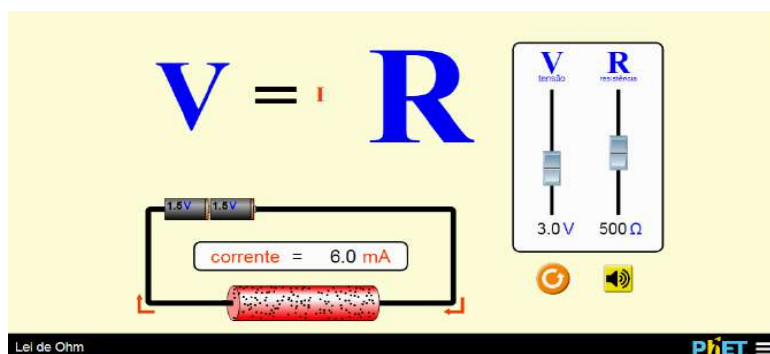
Fig. 3. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Munido do simulador, mostra-se, como na figura 4, que mantendo a resistência elétrica constante, a tensão elétrica (U) é diretamente proporcional à corrente elétrica (i) no condutor, relação explicitada na 1ª lei de Ohm.

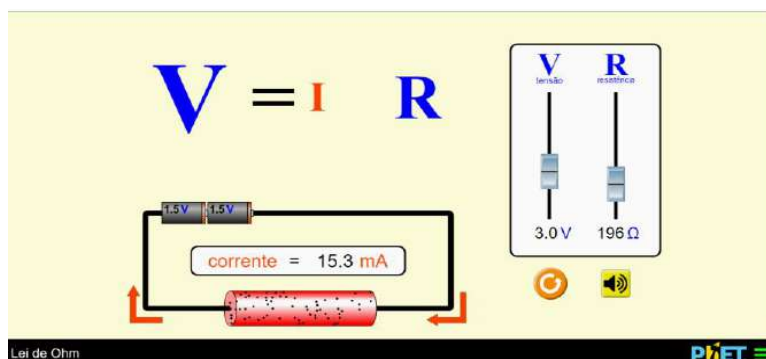
Fig. 4. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

À medida que se eleva a diferença de potencial, incluindo mais pilhas, aumenta a intensidade da corrente elétrica que percorre o condutor. Outra maneira de analisar o comportamento da corrente elétrica é variar a resistência no condutor, mantendo a d.d.p constante, como ilustrado na figura 5.

Fig. 5. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



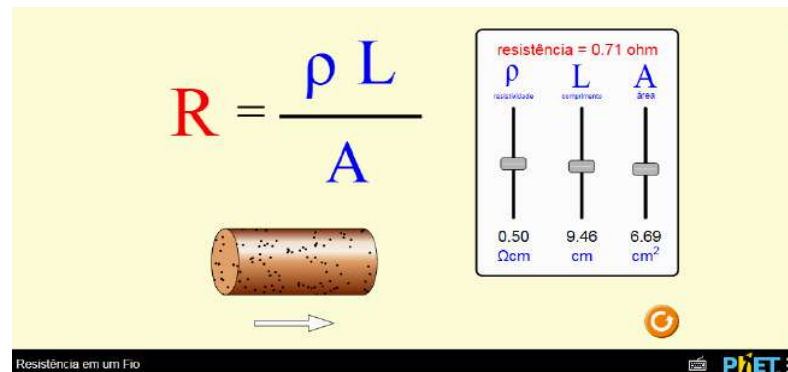
Fonte: Do Autor (2018)

Dessa forma, fica demonstrada a relação inversa entre resistência e corrente elétrica.

A seguir, parte-se para o segundo simulador, referente a 2ª lei de Ohm, mostrado na figura 6, que leva em consideração as dimensões e o material que constitui o condutor. Nela, pode-se variar tanto a resistividade elétrica ρ , como

o comprimento L e a área de seção transversal do condutor A , efetuando assim uma análise do comportamento da resistência elétrica.

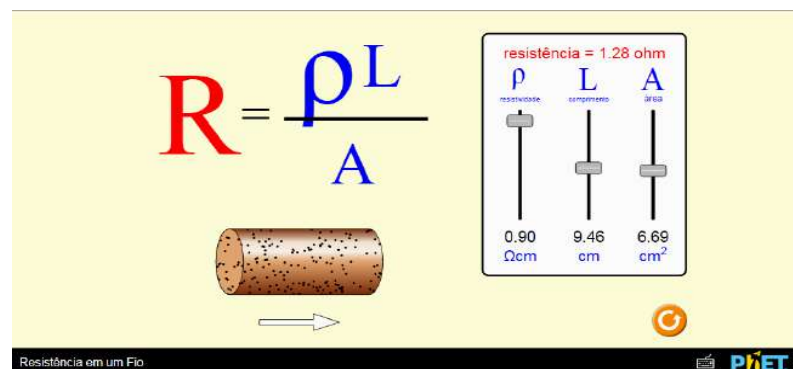
Fig. 6. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Fazendo aumentar unicamente a resistividade (mudando o material condutor, por exemplo), observa-se na figura 7 um aumento na resistência elétrica do condutor.

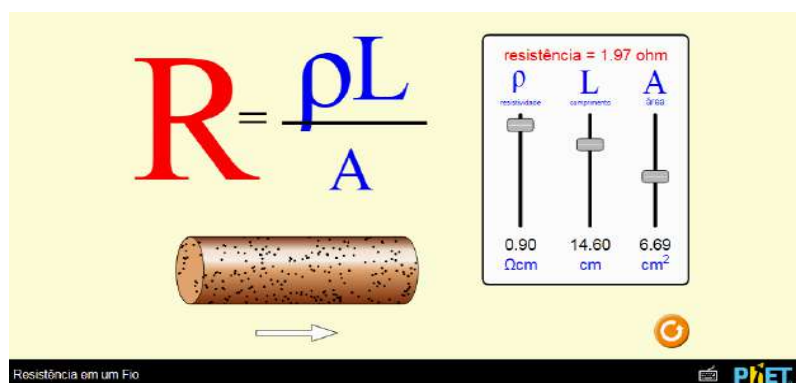
Fig. 7. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Mantendo o valor da resistividade e aumentando o comprimento do condutor, observa-se um aumento na resistência, como ilustra a figura 8.

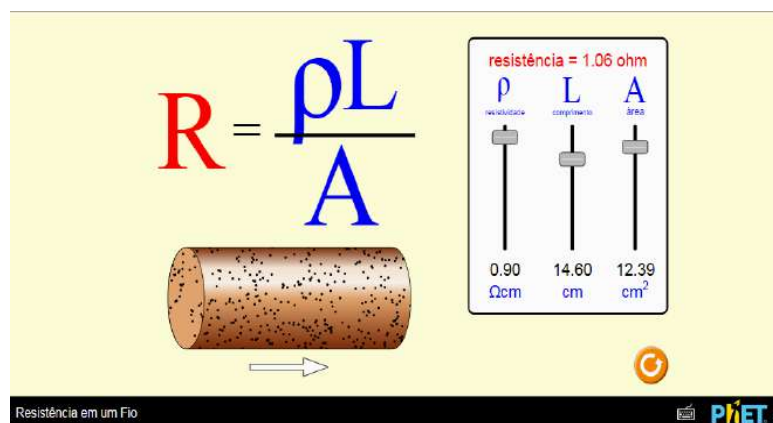
Fig.8. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Por fim, mantendo tanto resistividade como comprimento inalterados e elevando-se a área de seção transversal do fio, chega-se à conclusão de que a resistência diminui, conforme mostra a figura 9.

Fig. 9. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Prosseguindo com a aula, o professor passa então a abordar o tópico de associação de resistores, definindo associação em série e em paralelo, mostrando suas particularidades. Após a apresentação e as definições pertinentes, pode-se mostrar, através de um circuito de lâmpadas, o comportamento dos resistores numa associação em série e em paralelo. Para este fim, pode ser utilizado o simulador Phet “Kit de Construção de Circuito

(AC+DC), Laboratório Virtual”, que está disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab.

O professor então, munido do simulador, constrói um circuito para demonstração das leis da eletrodinâmica aplicadas em associações de resistores para corrente contínua. Para isso, utiliza-se uma pilha, fios condutores, interruptor e lâmpadas, que serão nossos resistores. No primeiro momento, o professor mostra um circuito com apenas uma lâmpada, como na figura 10.

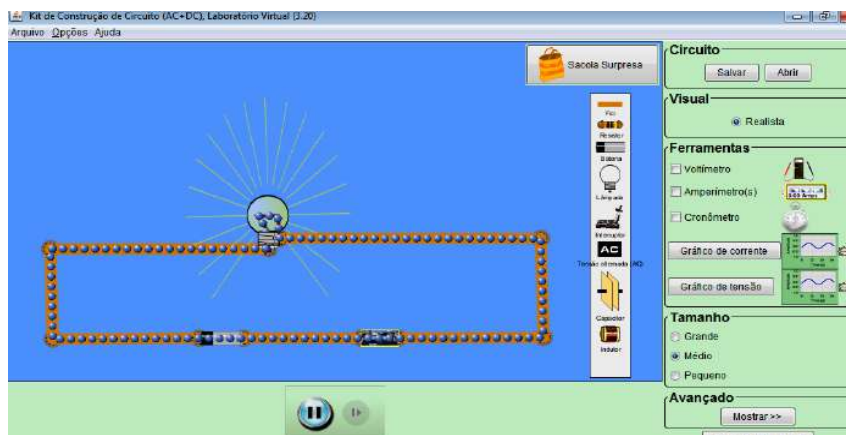
Fig. 10. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico simples.



Fonte: Do Autor (2018)

Deve-se notar que, como a chave (interruptor) está aberta, não há corrente elétrica no circuito (circuito aberto). Assim que a chave é fechada, a corrente elétrica passa a percorrer o circuito (circuito fechado), acendendo a lâmpada, conforme ilustra a figura 11.

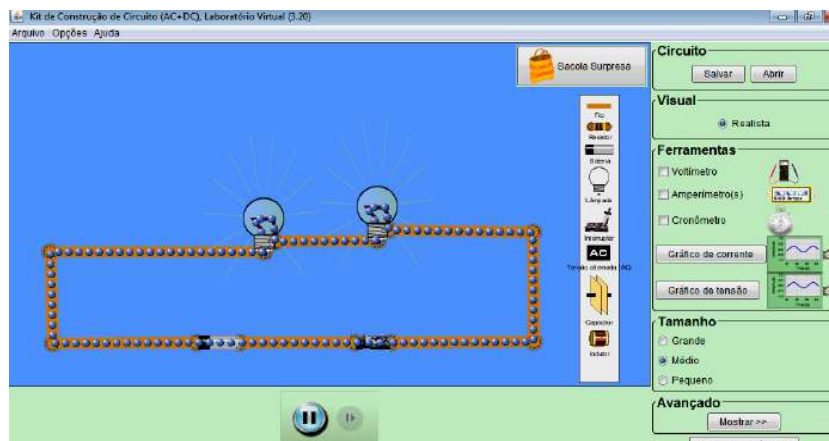
Fig. 11. Simulação Phet mostrando passagem de corrente elétrica ao fechar a chave.



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, na figura 12, acrescenta-se uma lâmpada em série no circuito.

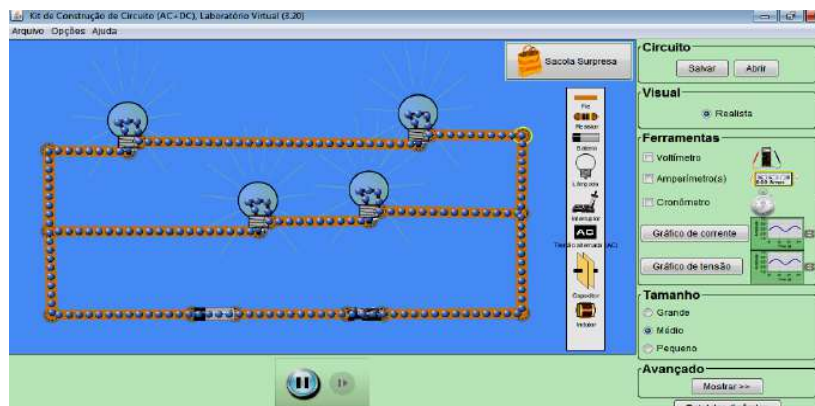
Fig. 12. Simulação Phet de um circuito elétrico com duas lâmpadas.



Fonte: Do Autor (2018)

Com a inserção de uma lâmpada em série, percebe-se que o brilho da primeira lâmpada diminuiu e ambas as lâmpadas passaram a brilhar em igual intensidade. O professor tem a oportunidade de questionar a turma o porquê de isso ter ocorrido. O próximo passo é acrescentar lâmpadas em paralelo com as já existentes no circuito, como na figura 13.

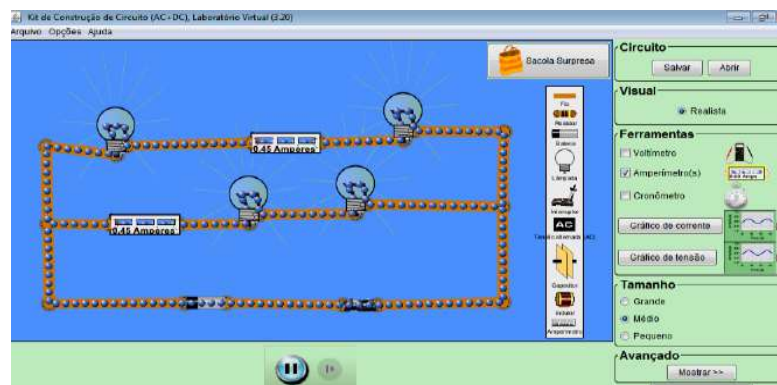
Fig. 13. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas em paralelo.



Fonte: Do Autor (2018)

Questiona-se então se as correntes elétricas nos dois trechos em paralelo teriam iguais intensidades ou não. Para fazer a prova, inserem-se amperímetros nos dois trechos do circuito em paralelo, conforme mostrado na figura 14.

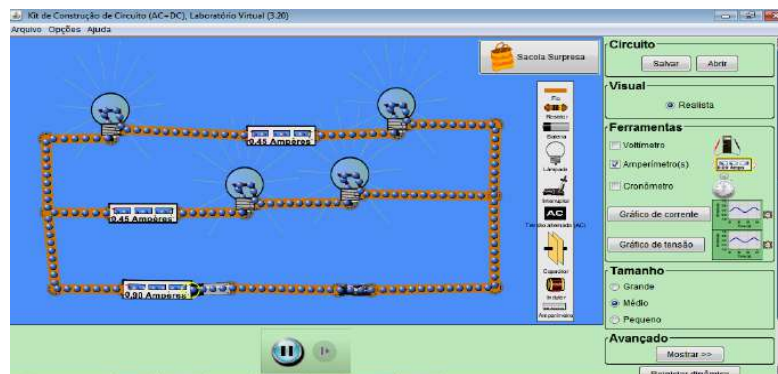
Fig. 14. Simulação Phet de um circuito com amperímetros.



Fonte: Do Autor (2018)

Assim, os amperímetros acusaram os valores iguais para a intensidade de corrente elétrica em cada trecho. O professor pode questionar também se a corrente total no circuito seria a soma das correntes em cada trecho. Para demonstrar, insere-se um amperímetro na saída da corrente no gerador, como na figura 15.

Fig. 15. Simulação Phet de um circuito com amperímetro para a medição de corrente elétrica total.



Fonte: Do Autor (2018)

Para começar a abordar o tópico que trata de curto-circuito, o professor apresenta inicialmente o vídeo “Explosões elétricas e curto-circuito”, presente no endereço https://www.youtube.com/watch?v=h_N1HD1IKrw. A partir da análise do vídeo, o professor questiona o motivo pelo qual ocorrem os curtos-circuitos. O professor então parte para a discussão do que seria um curto-circuito. Para o auxílio da discussão, usa-se o simulador anteriormente utilizado na análise das associações de resistores.

Constrói-se um circuito onde a resistência elétrica do fio condutor seria muito pequena, de forma que a corrente elétrica fosse muito elevada, ocorrendo um superaquecimento do condutor, caracterizando um curto-circuito. No primeiro momento monta-se um circuito simples com duas pilhas e um resistor, como na figura 16.

Fig. 16. Simulação Phet de um circuito simples.



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, introduz-se um trecho com pequena resistência em paralelo com o trecho da lâmpada, oferecendo um caminho com menor resistência para a passagem da corrente elétrica, de acordo com a figura 17.

Fig. 17. Simulação Phet ilustrando um curto-circuito.



Fonte: Do Autor (2018)

A simulação mostra que ao reduzir demasiadamente a resistência elétrica do circuito, temos um aquecimento do mesmo, caracterizando o curto-circuito. Isso responde a pergunta do por que é perigoso ligarmos vários aparelhos em um mesmo “Benjamim”.

4.5. Quinto Encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes aos fenômenos eletromagnéticos. Formação dos grupos para elaboração dos jogos.

Objetivos: Conceituar e caracterizar ímãs naturais e artificiais e suas propriedades. Caracterizar o campo magnético terrestre e entender o fenômeno por trás do fornecimento de energia elétrica por usinas, em especial, a usina hidrelétrica.

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e simulador Phet.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: O planejamento das aulas pode ser feito para serem realizadas em duas etapas. A primeira etapa consistiu na abertura para a discussão de alguns questionamentos referentes ao assunto abordado no encontro. Os questionamentos foram:

1. O que produz um campo magnético?
2. O que é um ímã?
3. O que é e para que serve uma bússola?
4. Onde você pode observar um fenômeno magnético?
5. Você sabe quais são as partes fundamentais de um ímã?
6. Cite um fenômeno natural relacionado ao magnetismo.
7. Como é produzida a energia elétrica em usinas?

Após a discussão com os discentes sobre os questionamentos acima, dá-se então início à segunda etapa da aula, onde se realiza a construção do conhecimento acerca do tema abordado, a fim de esclarecer os questionamentos feitos na primeira etapa. Para isso, foram usados recursos diversos, como slides, vídeos e simuladores, como mostra o quadro 4.

Quadro 4. Tópicos abordados no quinto encontro.

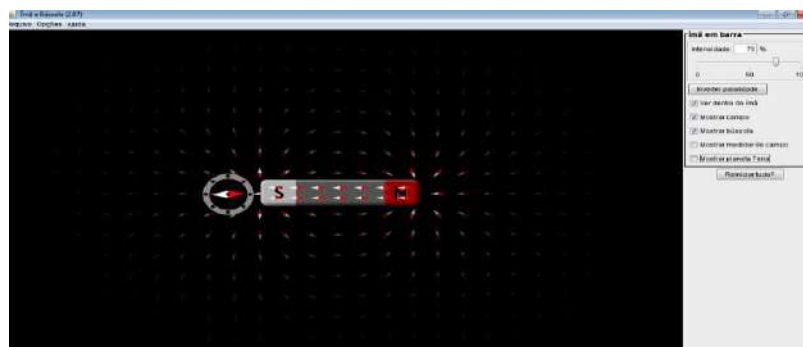
Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Experiência de Oersted	Compreender que uma corrente elétrica gera um campo magnético	Slides e vídeo.
Imãs e propriedades magnéticas	Identificar os polos de um ímã, as linhas de indução e suas propriedades.	Slides e Simulador Phet.
Magnetismo terrestre	Compreender que a Terra se comporta como um gigante ímã e entender as auroras boreais e austrais como fenômeno eletromagnético	Slides, Simulador Phet e vídeos
Indução Eletromagnética	Compreender que o movimento de ímãs	Slides e Simulador Phet

	pode produzir corrente elétrica.	
Usinas e Transformadores	Exemplificar o fenômeno da indução eletromagnética	Slides, Simulador Phet e vídeos.

Fonte: Do Autor (2018)

Inicialmente o professor, munido de notebook e datashow, apresenta o vídeo intitulado “Experiência de Oersted-Teoria e Vídeo Demonstrativo”, disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=IR3nS-6Pf7s>. Nele o estudante verá que o condutor, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, gerará um campo magnético que influenciará as agulhas de uma bússola nas proximidades, evidenciando o efeito magnético da corrente elétrica. Tomará conhecimento também que uma bússola busca sempre se alinhar às linhas de indução do campo magnético. Para a demonstração das linhas de indução do campo magnético, pode ser utilizado o simulador PHET denominado “Imãs e Eletroímãs”, que se encontra disponível no endereço eletrônico [https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electro magnets](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electro-magnets).

Fig. 18. Simulação Phet ilustrando as linhas de indução de um campo magnético gerado por um ímã.

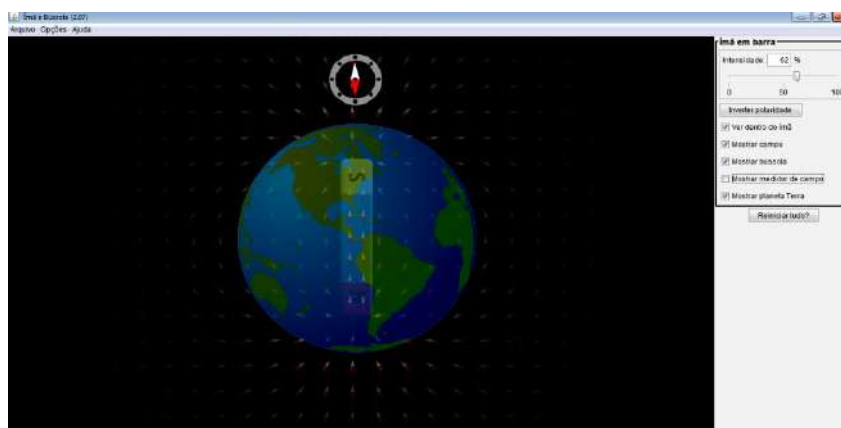


Fonte: Do Autor (2018)

A figura 18 mostra que o campo magnético de um ímã “nasce” no polo Norte e “morre” no polo Sul, fazendo com que o polo Norte da bússola seja atraído pelo polo Sul do ímã, e vice-versa, fazendo com que a bússola se alinhe às linhas de força do campo.

A seguir, o professor mostra o comportamento magnético da Terra, utilizando o simulador PHET “Ímãs e Bússolas”, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnet-and-compass, de acordo com a figura 19.

Fig. 19. Simulação Phet ilustrando o campo magnético terrestre.



Fonte: Do Autor (2018)

O simulador mostra que próximo ao polo Norte geográfico da Terra se encontra seu polo Sul magnético, e próximo ao polo Sul geográfico encontra-se seu polo Norte magnético. Assim, fica evidenciado o motivo pelo qual a bússola é usada para se deslocar sobre a Terra, indicando em que direção fica o Norte ou o Sul geográfico.

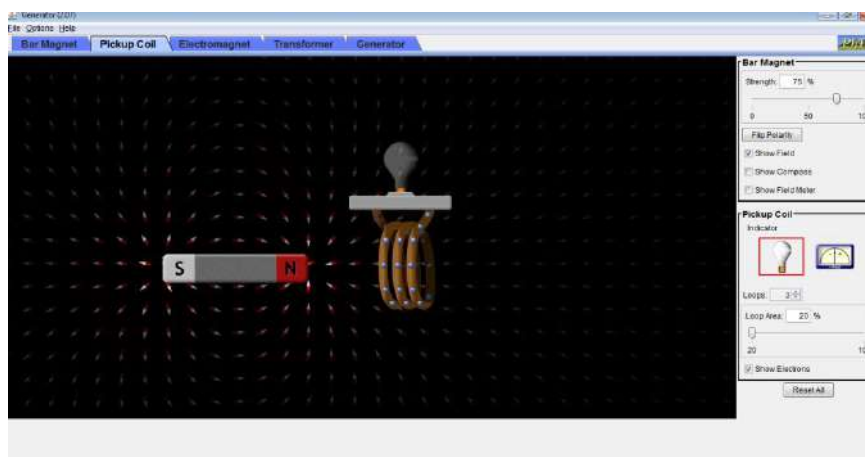
A seguir, podem ser discutidos os fenômenos das auroras boreais e austrais, como efeito do campo magnético terrestre. Após a discussão do fenômeno, apresentam-se três vídeos que os demonstram. O primeiro vídeo é “AURORA BOREAL E AUSTRAL”, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=Dxx0VAtNSZ8>. O Segundo vídeo é o intitulado “Auroras Boreais vistas da janela de um avião incrível”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=RHWvl-yiV4A>. O terceiro vídeo apresentado na aula foi “AURORA BOREAL VISTA DO ESPAÇO: IMAGENS DA NASA !!!!!”, disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=wX3xxVBfMyY>.

Para abordar o tópico de indução eletromagnética, o professor questiona que, já que sabemos que uma corrente elétrica produz um campo magnético, será que o fenômeno inverso é possível? Podemos ter geração de corrente elétrica através de um campo magnético?

Para responder a esta pergunta, o professor pode utilizar o simulador PHET “Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday”, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday.

Inicialmente, faz-se a montagem do simulador, como ilustrado na figura 20. Coloca-se um ímã e uma bobina com uma lâmpada e observa-se que não há passagem de corrente elétrica na bobina, quando não há movimento relativo entre ambas.

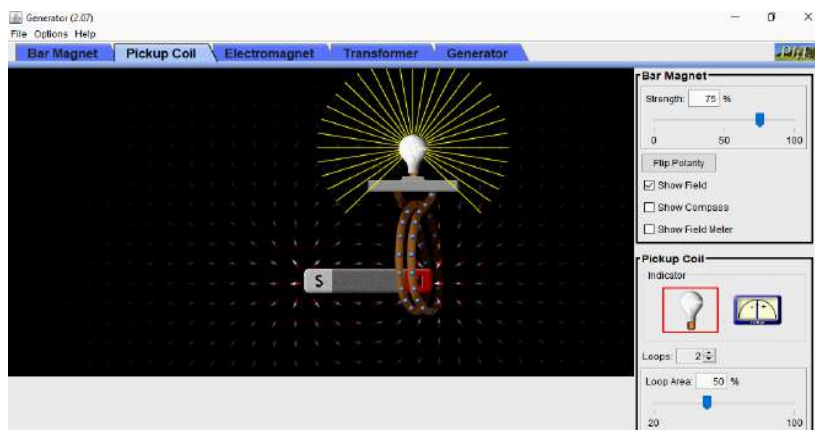
Fig. 20. Simulação Phet para investigar a indução eletromagnética



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, faz-se o ímã mover-se em relação à bobina, acarretando numa corrente elétrica induzida na bobina, fazendo a lâmpada acender, conforme a figura 21.

Fig. 21. Simulação Phet ilustrando a corrente elétrica induzida na espira, fazendo a lâmpada acender.



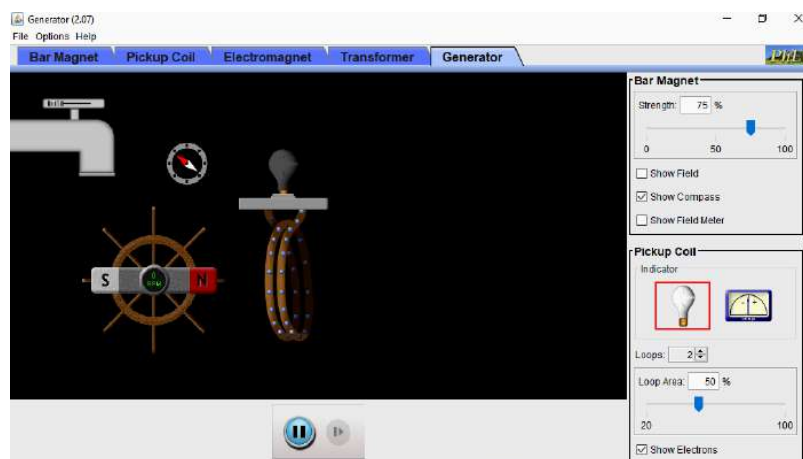
Fonte: Do Autor (2018)

É importante o professor demonstrar na simulação que quão mais rápido é o movimento relativo entre a bobina e o ímã, maior será a corrente elétrica induzida (Lei de Faraday), evidenciada no brilho da lâmpada, que será mais intenso.

Como exemplo importante da Lei de Faraday se configura as usinas e os transformadores. A partir disso, o professor apresenta o vídeo “Como funcionam as usinas hidrelétricas”, que está disponível no youtube, no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=1QDosHWmRcM>. Após a exibição do vídeo, utiliza-se o simulador PHET “Gerador”, que pode ser encontrado no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator. Nesse simulador pode-se mostrar de forma bastante didática como se dá a produção de energia elétrica a partir da energia de queda da massa de água represada numa usina hidrelétrica.

Inicialmente configuremos o simulador, como na figura 22.

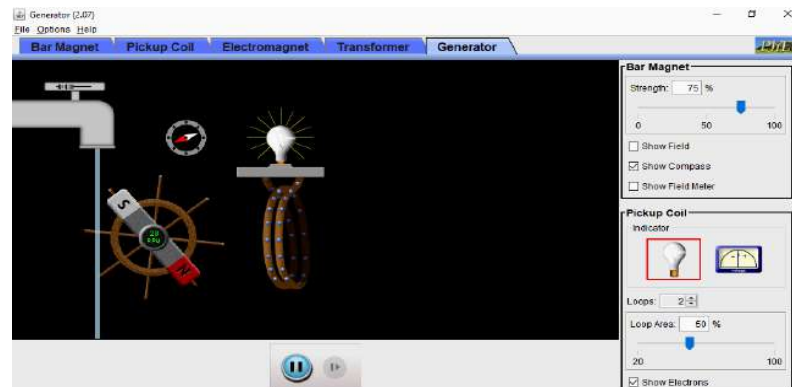
Fig. 22. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas



Fonte: Do Autor (2018)

A seguir, a torneira é aberta de forma que caia uma quantidade pequena de água, conforme a figura 23.

Fig. 23. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas

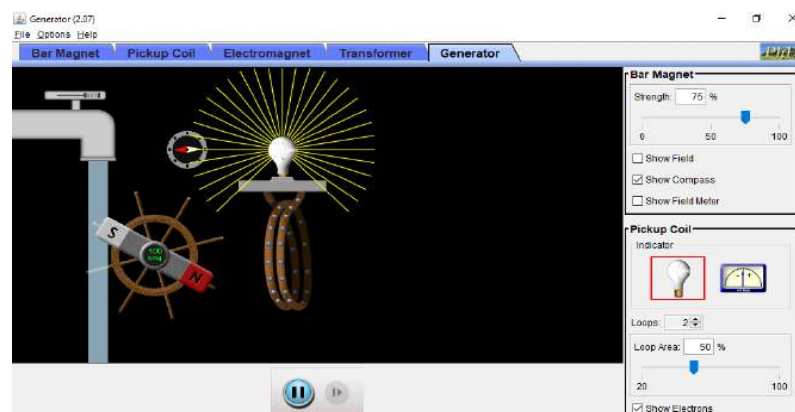


Fonte: Do Autor (2018)

Ao visualizar o que acontece, o discente pode questionar o motivo pelo qual os elétrons na bobina, representado pelas bolinhas azuis, mudam continuamente de sentido, ao girar do ímã. O professor então discute a questão da corrente alternada, que é o tipo de corrente que chega a nossas residências, onde os elétrons variam de sentido continuamente e se dá pela mudança também contínua dos polos do ímã que se aproximam e se afastam da bobina.

Após a discussão, o professor pergunta o que aconteceria quando se aumenta a quantidade de água que cai da torneira. A figura 24 ilustra o que ocorre.

Fig. 24. Simulação Phet ilustrando a relação entre a frequência de giro do ímã e a intensidade do brilho da lâmpada



Fonte: Do Autor (2018)

A seguir, pede-se aos alunos que relacionem a quantidade de massa de água que cai com a rotação do ímã, com a maior corrente elétrica induzida na espira e com o maior brilho da lâmpada. O professor aproveita e também discute o funcionamento de transformadores de poste, que funciona segundo a Lei de Faraday.

No fim da aula, após a discussão dos tópicos de eletromagnetismo, o professor solicita para que a turma forme 4 grupos. Assim que se formam os grupos, o professor entrega 4 textos, que constitui a base para cada grupo elaborar um jogo didático para aprendizagem de Eletricidade.

Os textos utilizados foram do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), da USP, e estão disponíveis no endereço eletrônico <http://if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>. Os textos utilizados foram os textos 1, 2, 3 e 4.

4.6. Sexto Encontro: Apresentação dos jogos elaborados pelos grupos.

Objetivos: Explicação das regras e especificidades de cada um dos jogos elaborados.

Recursos metodológicos: Jogos elaborados pelos alunos

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: No 6º encontro da sequência didática são realizadas as apresentações dos jogos elaborados pelos grupos. A turma organiza a sala, e, em ordem crescente de numeração, foi chamado cada grupo para a apresentação de seus respectivos jogos.

É importante salientar que algumas perguntas dos jogos podem precisar ser ajustadas, algumas por estarem mal elaboradas ou por estarem conceitualmente erradas.

4.7. Sétimo Encontro: Aplicação dos jogos.

Objetivos: Participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem através da ludicidade.

Recursos metodológicos: Jogos elaborados pelos alunos.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: No sétimo encontro ocorre a prática lúdica, que é o cume da sequência didática, onde os alunos irão aplicar os conhecimentos adquiridos na aplicação dos jogos criados por eles.

É válido ressaltar o papel do professor durante toda a aplicação da prática lúdica que é o de mediador e orientador da atividade, fazendo observações quando necessário, também de corrigir algumas questões ou respostas elaboradas erroneamente pelos alunos, além de ter a oportunidade de contextualizar em outras situações certos conceitos e ideias apresentadas nos jogos.

4.8. Oitavo Encontro: Avaliação da Sequência Didática.

Objetivos: Mensuração da eficácia da sequência didática

Recursos metodológicos: Questionário de sondagem inicial, questionário de opinião da sequência didática e questionário avaliativo final.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: Após a realização dos jogos elaborados pelos alunos, o oitavo encontro se realiza em duas etapas, onde a turma responde a três questionários que servirão para avaliar os conhecimentos adquiridos durante a aplicação da metodologia apresentada. Os três questionários são, respectivamente, o questionário de sondagem inicial entregue no primeiro encontro, o questionário de opinião da sequência didática e o questionário avaliativo final, que pode fazer parte da avaliação bimestral do ano letivo em vigência.

Na primeira etapa, o professor entrega o questionário de sondagem inicial e o questionário de opinião da sequência para os alunos reponderem num tempo limite de 45 minutos. Na segunda etapa o professor entrega o questionário avaliativo final, com 10 questões objetivas que englobam todo o conteúdo envolvido na sequência didática aplicada.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, Celso. Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

BATISTA, M. C., FUSINATO, P. A. Ensino de astronomia: uma proposta para formação de professores de ciências dos anos iniciais. 1ª Edição. Maringá, Ed. Massoni, 2016.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: IV Seminário Nacional ABC na educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/estacaocienciaformacaodeeducadoresparaoensinodecienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf>.

Acesso em: 06 de maio de 2019.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Apêndice B – Questionário Avaliativo Final

1. (UFTM-2012) Em uma festa infantil, o mágico resolve fazer uma demonstração que desperta a curiosidade das crianças ali presentes. Enche uma bexiga com ar, fecha-a, e, a seguir, após esfregá-la vigorosamente nos cabelos de uma das crianças, encosta o balão em uma parede lisa e perfeitamente vertical. Ao retirar a mão, a bexiga permanece fixada à parede. Qual foi a “mágica”?

- a) O ar da bexiga interage com a parede, permitindo o repouso da bexiga.
- b) Ao ser atritada, a bexiga fica eletrizada e induz a distribuição das cargas da parede, o que permite a atração.
- c) O atrito estático existente entre a bexiga e a parede é suficiente para segurá-la, em repouso, na parede.
- d) A bexiga fica eletrizada, gerando uma corrente elétrica que a segura à parede.
- e) Por ser bom condutor de eletricidade, o ar no interior da bexiga absorve energia elétrica da parede, permitindo a atração.

2. (UEL-PR) Corpos eletrizados ocorrem naturalmente em nosso cotidiano. Um exemplo disso é o fato de algumas vezes levarmos pequenos choques elétricos ao encostarmos em automóveis. Tais choques são devidos ao fato de estarem os automóveis eletricamente carregados. Sobre a natureza dos corpos (eletrizados ou neutros), considere as afirmativas a seguir:

- I. Se um corpo está eletrizado, então o número de cargas elétricas negativas e positivas não é o mesmo.
- II. Se um corpo tem cargas elétricas, então está eletrizado.
- III. Um corpo neutro é aquele que não tem cargas elétricas.

IV. Ao serem atritados, dois corpos neutros, de materiais diferentes, tornam-se eletrizados com cargas opostas, devido ao princípio de conservação das cargas elétricas.

V. Na eletrização por indução, é possível obter-se corpos eletrizados com quantidades diferentes de cargas.

Sobre as afirmativas acima, assinale a alternativa correta.

- a) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas I, IV e V são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas II, III e V são verdadeiras.

3. (PUCPR-2001) Vários processos físicos envolvem transformações entre formas diferentes de energia. Associe a coluna superior com a coluna inferior, e assinale a alternativa que indica corretamente as associações entre as colunas:

Dispositivo mecânico ou gerador:

- 1. Pilha de rádio
- 2. Gerador de usina hidrelétrica
- 3. Chuveiro elétrico
- 4. Alto-falante
- 5. Máquina a vapor

Transformação de tipo de energia:

- a. Elétrica em Mecânica e Sonora
- b. Elétrica em Térmica
- c. Térmica em Mecânica

d. Química em Elétrica

e. Mecânica em Elétrica

a) 1-d, 2-e, 3-b, 4-a, 5-c

b) 1-d, 2-a, 3-b, 4-e, 5-c

c) 1-b, 2-e, 3-d, 4-a, 5-c

d) 1-d, 2-b, 3-c, 4-a, 5-e

e) 1-b, 2-a, 3-d, 4-e, 5-c

4. (ENEM PPL-2014) Os manuais dos fornos micro-ondas desaconselham, sob pena de perda da garantia, que eles sejam ligados em paralelo juntamente a outros aparelhos eletrodomésticos por meio de tomadas múltiplas, popularmente conhecidas como “benjamins” ou “tês”, devido ao alto risco de incêndio e derretimento dessas tomadas, bem como daquelas dos próprios aparelhos. Os riscos citados são decorrentes:

a) da resistividade da conexão, que diminui devido à variação de temperatura do circuito.

b) corrente elétrica superior ao máximo que a tomada múltipla pode suportar.

c) resistência elétrica elevada na conexão simultânea de aparelhos eletrodomésticos.

d) tensão insuficiente para manter todos os aparelhos eletrodomésticos em funcionamento.

e) intensidade do campo elétrico elevada, que causa o rompimento da rigidez dielétrica da tomada múltipla.

5. (UFSM-2001) Considere as afirmações a seguir a respeito de ímãs.

I. Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra.

II. Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes contrários se atraem.

III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um polo magnético.

Está(ão) correta(s):

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

6. (Colégio Naval-2015) Com relação aos conceitos de eletricidade e magnetismo, coloque V (verdadeiro) ou F (falso) nas afirmativas abaixo e, em seguida, assinale a opção que apresenta a sequência correta.

() Na eletrização por atrito, o corpo que perde elétrons passa a ter mais prótons do que possuía anteriormente e, nesse caso, fica eletrizado com carga positiva.

() Condutores são corpos que facilitam a passagem da corrente elétrica, pois possuem uma grande quantidade de elétrons livres.

() Um ímã em forma de barra, ao ser cortado ao meio, dá origem a dois novos ímãs, cada um com apenas um polo (norte ou sul).

() A bússola magnética, cuja extremidade encarnada é o seu polo norte, aponta para uma direção definida da Terra, próxima ao Polo Norte Geográfico.

() Geradores são dispositivos que transformam outras formas de energia em energia elétrica.

() O chuveiro elétrico pode ser considerado um resistor, pois transforma energia elétrica em energia exclusivamente térmica.

- a) F – V – F – V – V – V

- b) F – F – V – V – F – V
- c) V – F – F – V – V – F
- d) V – V – V – F – F – F
- e) F – V – V – F – F – V

7. Quando uma corrente elétrica é estabelecida em um condutor metálico, quais portadores de carga elétrica entram em movimento ordenado?

- a) íons livres
- b) prótons livres
- c) nêutrons livres
- d) elétrons livres
- e) núcleos livres

8. (ENEM-2010) Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas, evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos. Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas. Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado. Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de:

- a) madeira, e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de eletricidade.
- b) metal, e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.

c) metal, e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.

(d) metal, e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.

e) madeira, e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura da caixa de metal.

9. Qual o tipo de corrente elétrica que é utilizada em nossas residências?

a) corrente contínua, onde os elétrons possuem sempre mesma direção e sentido de deslocamento.

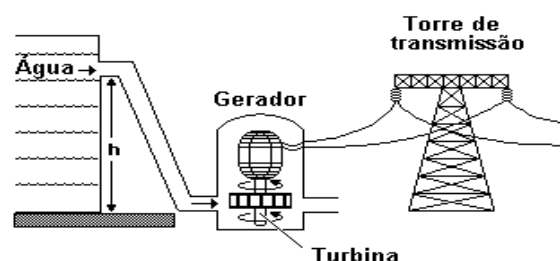
b) corrente contínua, onde os elétrons possuem direção e sentido de deslocamento variando com o tempo.

c) corrente alternada, onde os elétrons possuem direção e sentido de deslocamento variando com o tempo.

d) corrente alternada, onde os elétrons possuem sentido de deslocamento variando com o tempo.

e) corrente mista, onde os elétrons ora ficam com mesmo sentido, ora mudam seu sentido de deslocamento.

10. (ENEM-1998) Na figura a seguir está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

a) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.

- b) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água para a movimentação da turbina.
- c) termoelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
- d) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
- e) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.