



**O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS BÁSICOS DE DILATAÇÃO TÉRMICA NO SEGUNDO ANO DO
ENSINO MÉDIO**

Elder Raimundo Rodrigues Lopes Junior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais 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:

Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha

Coorientadora:

Profa. Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno

Belém – Pará

2019

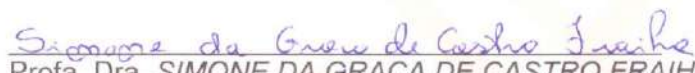
**"O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS
BÁSICOS DE DILATAÇÃO TÉRMICA NO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO",**

ELDER RAIMUNDO RODRIGUES LOPES JUNIOR

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:

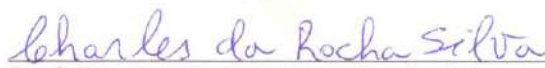
ORIENTADOR:


Prof. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO EXTERNO


Prof. Dr. DANIEL PALHETA PEREIRA
(IFPA)

MEMBRO INTERNO


Prof. Dr. CHARLES DA ROCHA SILVA
(MNPEF- UFPA)

Belém - PA
Abril – 2019



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

ATA DA 31ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA "O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE DILATAÇÃO TÉRMICA NO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO", PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 10 HORAS DO DIA 17 DE ABRIL DE 2019, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **ELDER RAIMUNDO RODRIGUES LOPES JUNIOR**, MATRÍCULA Nº **201668870026**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROFa. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA (ORIENTADORA)**, **PROF. Dr. DANIEL PALHETA PEREIRA (MEMBRO EXTERNO)** E **PROF. Dr. CHARLES DA ROCHA SILVA (MEMBRO INTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, 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 DO CANDIDATO.

CANDIDATO:

Elder R. R. Lopes Junior

ELDER RAIMUNDO RODRIGUES LOPES JUNIOR

BANCA EXAMINADORA:

Simone Graça Fraiha

Profa. Dra. **SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA**
(Orientador - MNPEF – UFPA)

Daniel Palheta Pereira

Prof. Dr. **DANIEL PALHETA PEREIRA**
(Membro Externo – IFPA)

Charles da Rocha Silva

Prof. Dr. Prof. Dr. **CHARLES DA ROCHA SILVA**
(Membro Interno – MNPEF - UFPA)



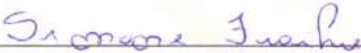
**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

TEMA: "O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE DILATAÇÃO TÉRMICA NO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO",

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA** (Orientadora), **Dr. CHARLES DA ROCHA SILVA** (Membro Interno), e **Dr. DANIEL PALHETA PEREIRA** (Membro Externo), consideram o candidato **ELDER RAIMUNDO RODRIGUES LOPES JUNIOR**

APROVADO


Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 17 de Abril de 2019.



Profa. Dra. **SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA**
(Orientadora - MNPEF - UFPA)



Prof. Dr. **DANIEL PALHETA PEREIRA**
(Membro Externo - IFPA)



Prof. Dr. Prof. Dr. **CHARLES DA ROCHA SILVA**
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)

**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)**

L864u Lopes, Elder Raimundo Rodrigues Lopes Junior
O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA
APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE
DILATAÇÃO TÉRMICA NO SEGUNDO ANO DO ENSINO
MÉDIO / Elder Raimundo Rodrigues Lopes Junior Lopes. — 2019.
90 f. : il. color.

Orientador(a): Profª. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
Fraiha

Coorientação: Profª. Dra. Fátima NazarÉ BaraÚna Magno
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física,
Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2019.

1. ENSINO DE FÍSICA. 2. ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO. 3. MUSICALIZAÇÃO. I. Título.

CDD 530

“Posso todas as coisas naquele que me fortalece.”

“Filipenses 4:13”

Agradecimentos

A Deus primeiramente, por ter me dado condições para chegar até aqui.

À minha esposa Jessica Lopes por todo o amor, dedicação e companheirismo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Elder Lopes e Aurea Lopes que Sempre se esforçaram para me dar o suporte para chegar onde cheguei.

Ao meu irmão Eduardo Lopes por ser um irmão amigo.

À minha Avó Cleonice Saraiva, por sempre me acompanhar e fazer parte das minhas felicidades.

À Universidade Federal do Pará por ter proporcionado os estudos para conclusão desse curso.

À Capes pelo apoio na realização desta dissertação.

Às minhas orientadoras Simone Fraiha e Fatima Magno, pela paciência e dedicação que foi fundamental nessa jornada.

Aos professores do mestrado profissional que fizeram tudo com muita dedicação.

Aos meus amigos de Classe do mestrado, em especial Adriana Meireles, Bruno Ricardo, Cristiane Azevedo, Gilson Borges e Orlando Oliveira.

Aos meus amigos Gilberto Lira e Marco Antonio.

Ao professor Rui Monteiro que foi o incentivador para escolher o curso de Física.

RESUMO

Apresentamos nesta Dissertação uma proposta de Ensino de Física que consta de experiências, mostrando uma abordagem ativa na aprendizagem do fenômeno da Dilatação Térmica, em turmas de segundo ano do Ensino Médio, através de uma sequência de quatro atividades, que compõem uma Sequência de Ensino Investigativa, propondo ao aluno engajar-se na construção do conhecimento científico. O referencial teórico que norteia este trabalho, é a argumentação de Lev S. Vygotsky, sobre a construção do conhecimento e aprendizagem pela interação da pessoa com o meio, onde são apresentadas as características da Sequência de Ensino Investigativo (argumentação, prática científica e interação social), que trata de uma abordagem didática, onde a aprendizagem parte da ação do aluno, sendo ele não somente um observador, mas principalmente um participante das etapas do processo, que leva à construção do conhecimento, sendo o papel do professor de observador/orientador das atividades, sem fazer interferência na interação dos alunos, utilizando a musicalização em forma paródias, explicando o que foi observado nas atividades desenvolvidas, destacando o conteúdo físico trabalhado.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino por investigação. Musicalização.

ABSTRACT

.We present in this Dissertation a proposal of Physics Teaching that consists of experiments, showing an active approach in the learning of the phenomenon of Thermal Dilation, in second year classes of High School, through a sequence of four activities, which compose a Sequence of Investigative Teaching , proposing to the student to engage in the construction of scientific knowledge. The theoretical framework that guides this work is Lev S. Vygotsky's argument about the construction of knowledge and learning through the interaction of the person with the environment, where the characteristics of the sequence of investigative teaching are presented (argumentation, scientific practice and social interaction), which is a didactic approach, where learning starts from the student's action, being not only an observer, but mainly a participant in the process steps, which leads to the construction of knowledge, being the observer / orienting the activities, without interfering in the students' interaction, using the musicalization in parody form, explaining what was observed in the activities developed, highlighting the physical content worked.

Keywords: Physics education. Research teaching. Musicalization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Átomos ligados por força elástica.....	34
Figura 4.2 – Réguas de aço em temperaturas diferentes.....	36
Figura 5.1 – Imagens de fios que conduzem eletricidade.....	38
Figura 5.2 – Imagens de trilhos de trem.....	39
Figura 5.3 – Imagens de calçadas e pontes que tenham junta de dilatação.....	39
Figura 5.4 – Balões de vidro.....	40
Figura 5.5 – Termômetro Caseiro.....	43
Figura 5.6 – Aparato Experimental.....	44
Figura 6.1 – Apresentação das imagens sobre dilatação térmica pelo professor.....	46
Figura 6.2 – Turma observando as imagens mostradas.....	47
Figura 6.3 – Texto dos alunos da equipe A referente a atividade 1.....	48
Figura 6.4 – Texto dos alunos da equipe B referente a atividade 1.....	48
Figura 6.5 – Texto dos alunos da equipe C referente a atividade 1.....	48
Figura 6.6 – Texto dos alunos da equipe D referente a atividade 1.....	49
Figura 6.7 – Texto dos alunos da equipe E referente a atividade 1.....	49
Figura 6.8 – Texto dos alunos da equipe A referente a atividade 2.....	50
Figura 6.9 – Texto dos alunos da equipe C referente a atividade 2.....	50
Figura 6.10 – Texto dos alunos da equipe D referente a atividade 2.....	50
Figura 6.11 – Texto dos alunos da equipe E referente a atividade 2.....	51
Figura 6.12 – Demonstração Investigativa utilizando o termômetro caseiro.....	52
Figura 6.13 – Texto dos alunos da equipe A referente a atividade 3.....	52
Figura 6.14 – Texto dos alunos da equipe B referente a atividade 3.....	53
Figura 6.15 – Texto dos alunos da equipe D referente a atividade 3.....	53
Figura 6.16 – Aparato experimental entregue as equipes.....	54
Figura 6.17 – Alunos de uma equipe aquecendo a haste de metal com a vela.....	55
Figura 6.18 – Outra equipe tentando fechar o circuito aquecendo a haste de metal.....	55
Figura 6.19 – Equipes utilizando varias velas para aquecerem a haste de metal.....	56

Figura 6.20 – Alunos interagindo entre eles e com o professor na sistematização.....	57
Figura 6.21 – alunos lanchando e fazendo as paródias.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de laboratório de acordo com o grau a liberdade	24
Tabela 2 – Valores de α	35

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Motivação.....	16
1.3 Objetivos.....	17
1.4 Plano de Dissertação.....	17
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
2.1 VYGOTSKY E A ARGUMENTAÇÃO	19
2.2 O que é o Ensino por Investigação?	21
2.3 Sequência de Ensino Investigativo (SEI)	22
2.3.1 O que é um Laboratório Aberto?.....	24
2.3.2 O que é uma demonstração investigativa?.....	26
2.3.3 Sistematização do conhecimento.....	28
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA.....	30
3.1 Produção da SEI	31
3.2 Sistematização	32
3.3 Confecção de música pelos alunos	32
3.4 Análise dos resultados	33
CAPÍTULO 4 – DILATAÇÃO TÉRMICA	34
CAPÍTULO 5 – PRODUTO EDUCACIONAL.....	39
5.1 Sequência de Ensino Investigativo (SEI) de Dilatação Térmica.....	39
CAPÍTULO 6 – APLICAÇÃO DO PRODUTO E RESULTADOS.....	47
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE A.....	67
PRODUTO EDUCACIONAL	67

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

Ingressei no curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), em 2008, e formei-me em 2011. Durante o Curso tentei assumir uma postura diferenciada, buscando através dos inúmeros conhecimentos que me eram repassados, não apenas a seleção de conteúdos, mas um olhar crítico e reflexivo diante dos saberes, como por exemplo, a aversão ao conhecimento pedagógico demonstrado por muitos alunos. Para lidar com essa questão, desde então percebo que a prática docente é complexa e múltipla e que envolve sujeitos em um determinado contexto sócio – cultural.

Um momento relevante para minha formação, ocorrido durante o Curso, foi no ano de 2009, quando tive a oportunidade de realizar os estágios da disciplina Prática de Ensino, no próprio Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), nas turmas de Ensino Médio Integrado, onde tive meu primeiro contato em sala de aula como professor assistente. Durante este período, desenvolvi, com alguns professores da Instituição, habilidades didático-pedagógicas que integravam os saberes acadêmicos da Educação Básica. Aprofundei meus conhecimentos e solidifiquei mais ainda o meu desejo de atuar na Educação Básica.

Os estágios contribuíram para a minha maturação, tanto na compreensão dos conhecimentos da cultura corporal, quanto na busca em alcançar meus objetivos, pois percebi que precisava dedicar-me ainda mais aos estudos, para tornar-me um bom profissional em minha área de atuação, e não apenas repassar um conhecimento pronto e acabado, pois segundo MORIN (2012, p. 11):

A missão do ensino é transmitir não o mero saber, mas uma cultura que permita compreender nossa condição e nos ajude a viver, e que favoreça, ao mesmo tempo, um modo de pensar aberto e livre.

Em minha trajetória como professor, tive a oportunidade de solidificar minha experiência docente, complementando e amadurecendo a minha visão acerca das possibilidades didático-pedagógicas no contexto da Física, pois encontrei professores realmente comprometidos com as finalidades da escola, ou seja, a produção, sistematização e socialização do conhecimento por meio do ensino, pesquisa e

extensão, e propondo-se a compartilhar o conhecimento, pois, segundo FREIRE (2011):

O homem não pode participar ativamente na história, na sociedade, na transformação da realidade se não for ajudado a tomar consciência da realidade e da sua própria capacidade para transformar. A realidade não pode ser modificada senão quando o homem descobre que é modificável e que ele o pode fazer.

Já formado, em 2011, no início da minha carreira como professor, em uma escola particular localizada no município de Ananindeua, alguns alunos começaram a cantar músicas por conta própria, sem o meu incentivo, com temas de Física onde a letra da melodia era o conteúdo ministrado por mim em sala de aula. Foi aí que pensei que poderia aplicar essa ideia em outras turmas do Ensino Médio, como uma estratégia de atrair o aluno para o aprendizado da Física.

Essa proposta vai além da tradicional transmissão de conhecimento científicos pois favorece a participação dos alunos, nas aulas de física, disciplina na qual os alunos costumam ter dificuldades. A partir daí comecei a aplicar essa ideia da música no ensino de física em minhas aulas.

Com o meu ingresso no Curso de Mestrado Profissional, conheci a metodologia utilizada no Ensino por Investigação, que tem como objetivo levar os alunos a debater, pensar, justificar suas ideias, e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos. Uma atividade investigativa é, sem dúvida, uma importante estratégia no ensino de Física e das ciências em geral, conforme AZEVEDO (2004).

Algumas pesquisas realizadas sobre o ensino de ciências mostram que os estudantes aprendem mais sobre ciências e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes às feitas nos laboratórios de pesquisa. Essas investigações, quando propostas aos alunos, podem ser realizadas na forma de práticas, como também problemas de lápis e papel. O ensino por investigação é, sem dúvidas, uma importante estratégia para a aprendizagem de ciências nas escolas, e é preciso que sejam realizados diferentes tipos de atividades, sendo acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e dialógicas, envolvendo a resolução de problemas e repassando aos alunos para que eles possam construir seu próprio conhecimento.

1.1 Justificativa

Em uma aula que utilize o Ensino por Investigação, o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas expositivas, passando a participar ativamente, argumentando, agindo, pensando, interferindo, ou seja, fazendo parte da construção de seu conhecimento. Com isso, o aluno deixa de ser apenas um receptor de conteúdo, agora tomando atitudes, desenvolvendo habilidades, como interpretação, argumentação e análise. Observamos que, quando os alunos têm oportunidade de expor suas ideias, questionar, levantar hipóteses e defendê-las, as ideias que surgem nas respostas são diferentes, relacionadas às conversas ocorridas nos diferentes grupos de estudantes, sendo o professor um mediador das discussões, provocando novas questões e ajudando os alunos a manterem a coerência de suas ideias.

Para isso, muito mais do que saber a matéria que está ensinando, o professor que se propuser a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve se tornar um professor questionador, que argumente, saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passa de simples e tradicional expositor a orientador do processo de ensino, segundo Carvalho (1998).

(...)É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas.

1.2 Motivação

A motivação para este trabalho é contribuir no processo ensino-aprendizagem dos alunos de Física do 2º ano do Ensino Médio por meio de atividades investigativas sobre Dilatação Térmica. Desta forma, outros professores de escolas públicas e privadas podem utilizar esta estratégia com seus alunos e assim melhorar o ensino de Física em suas aulas, aumentando o interesse e a empolgação dos alunos em aprender Ciências, segundo Carvalho (2004),

Nenhuma mudança educativa formal tem possibilidades de sucesso, se não conseguir assegurar a participação ativa do professor, ou seja, se de sua parte, não houver vontade deliberada de aceitação e aplicação dessas novas propostas de ensino.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

- Investigar o desenvolvimento e as potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), isto é, uma sequência de atividades para o ensino de dilatação térmica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Despertar o interesse dos alunos no estudo das ciências.
- Facilitar a compreensão dos conceitos de Física no 2º ano do Ensino Médio.
- Aguçar a curiosidade dos alunos e torná-los mais críticos e questionadores.
- Estimular o trabalho em equipe entre os alunos.

1.4 Plano de Dissertação

Na Introdução deste trabalho começamos a relatar sobre nossa trajetória acadêmica e profissional, onde tivemos o primeiro contato com os alunos, também a dificuldade de ensinar Física era algo notório, e é citada a nossa entrada no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Neste capítulo é, ainda, mostrada a Justificativa, a Motivação, os Objetivos Geral e Específicos e o Plano de Dissertação.

No capítulo 2 vai ser tratado o Referencial Teórico, sendo inicialmente relatada a argumentação de Lev S. Vygotsky, que fala sobre a construção do conhecimento e aprendizagem, dando-se pela interação da pessoa com o meio. Ainda neste capítulo serão apresentadas as características de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) - argumentação, prática científica propriamente dita e interação social, que se trata de uma abordagem didática onde a aprendizagem parte da ação do aluno, sendo ele não somente um observador, mas também um participante das etapas do processo que leva à construção do conhecimento.

No capítulo 3 temos a Metodologia da Pesquisa, onde é apresentada uma

abordagem ativa na aprendizagem de Dilatação Térmica, como uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que se propõe a engajar o aluno na construção do conhecimento científico, tendo o professor o papel de mediador nas atividades das discussões, sem interferir na interação dos alunos.

No capítulo 4 temos os conteúdos de Física trabalhado nas atividades investigativas.

No capítulo 5 apresentamos o Produto Educacional, que se constitui de uma SEI com 4 atividades investigativas de Física Térmica, envolvendo dilatação, que são assuntos relativos ao conteúdo do 2^o ano do Ensino Médio. No final será feita a sistematização do conteúdo e o aluno deverá fazer uma música em forma de paródia, com os assuntos vistos durante a SEI.

No capítulo 6 é feita a aplicação e a análise dos resultados da aplicação nas duas turmas, uma em cada escola (pública e privada), sendo mostrados os relatos dos alunos sobre a construção dos conhecimentos e a confecção das paródias, após a aula de sistematização.

No capítulo 7 serão apresentadas as Considerações Finais, com base nos resultados obtidos nas análises e experiências vivenciadas.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Vygotsky e a Argumentação

A construção do conhecimento e da aprendizagem, segundo Vygotsky (1998), se dá pela interação da pessoa com o meio, e é evidente o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo como um processo sócio-histórico em que a cultura e o educador têm importância fundamental.

Para entender o desenvolvimento intelectual pelas relações socio-histórico-culturais o teórico estudou sobre as funções mentais superiores, que se caracterizam pela capacidade e imaginação que envolve as ações intencionais dos seres humanos e desenvolvem-se por meio da internalização de formas culturais de comportamento baseada em interações sociais a qual são mediadas por meio de instrumentos e signos (VYGOTSKY, 2007). Os instrumentos servem como condutores de influência humana, ou seja, são objetos criados para o controle da natureza orientados externamente, enquanto o signo constitui uma atividade interna (psicológica) para o controle do próprio sujeito.

Segundo Vygotsky (2007), através do processo de internalização identifica-se que o desenvolvimento do conhecimento acontece do meio externo para o interno. As mudanças no uso das operações com signos também acontecem na linguagem. Sobre a psicologia de Vygotsky é possível perceber que a mesma oferece importantes reflexões sobre a linguagem/pensamento (funções mentais superiores), um suporte teórico que inferimos no professor o dever de sempre promover situações discursivas em sala de aula (LEPRIQUE, SILVA E GOMES, 2018).

Em relação a construção do conhecimento, o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio – PNFEM, Brasil (2013) cita:

(...) a produção e a elaboração do conhecimento ocorrem em momentos nos quais os homens interagem entre si no intuito de encontrar respostas aos mais diversos desafios interpostos entre eles e a produção da existência. A pesquisa como princípio pedagógico é capaz de levar o estudante em direção a uma atitude de curiosidade e de crítica, por meio da qual ele é instigado a buscar respostas e a não se contentar com pacotes prontos.

O processo de aprendizagem pode ser definido de forma sintética, como o modo com que os alunos adquirem novos conhecimentos, desencadeiam novas

competências e mudam seus comportamentos por meio de experiências adquiridas (SCORSATTO,2010). Assim, o processo de sistematização do conhecimento tem papel fundamental no ensino e aprendizagem, por ser o principal momento de interação entre professor e aluno.

A teoria de Vygotsky (1998) afirma também que, durante o processo de aprendizagem no indivíduo, é natural uma fase denominada de pseudoconceitos, em que o indivíduo passa por um período onde é capaz de solucionar um problema, mas não sabe explicar verbalmente como chegou à solução; isso acontece geralmente com os adolescentes numa situação concreta, capaz de solucionar problemas, mas apresentam dificuldade em demonstrar esse conceito por palavras. Entende-se que durante todas as etapas da vida, mesmo depois, quando nossas estruturas mentais já têm sua estrutura lógica concluída, há sempre uma fase inicial para aquisição de novos conceitos.

O processo de aquisição de um conceito novo, seja na idade infantil ou adulta, passa por uma fase provisória em que esse conceito, ainda incompleto e incorreto, tem o caráter de um pseudoconceito. Para Vygotsky, no entanto, essa fase é essencial na formação do conceito verdadeiro, porque o uso do pseudoconceito permite uma interação social com parceiros mais capazes, que tendem a torná-lo um conceito verdadeiro (MONTEIRO et al., 2003).

Tendo o princípio dos conceitos teóricos de Vygotsky sobre a aprendizagem, e com intuito de tornar o ensino de Física eficaz em sala de aula, é possível afirmar, de acordo com Sasseron e Carvalho (2014), que as interações verbais são fator contribuinte para uma compreensão mais geral dos processos de aprendizagem em ciências. Em respeito a isso, Leprique, Silva e Gomes (2018), afirmam que a argumentação serve como uma perspectiva integradora para a formação do indivíduo, que privilegie não somente os conteúdos disciplinares, mas que desenvolva competências e habilidades que promovam principalmente a autonomia, uma vez que ela está aliada a discussão de ideias e avaliação de alternativas. O desenvolvimento da argumentação também promove a exteriorização da aprendizagem de um assunto ensinado quando os argumentos têm a chance de ser produzidos com base em conteúdos científicos aprendidos em aula.

Para o melhor preparo ao ensino de Física os alunos precisam entender que a Física não é só descritiva, mas também propositiva. Bozzo (2011) afirma que superar

o Ensino de Ciências, vinculado estritamente à experimentação demonstrativa e a equações, a argumentação é uma ferramenta que ajuda o professor a não se limitar apenas em passar fórmulas, mas sim desenvolver o pensamento crítico dos alunos. Esse processo é desencadeado por uma problematização, e propicia o surgimento de ideias que são justificadas até chegar a uma explicação, e com isso é potencializada à aprendizagem (BELLUCO, CARVALHO, 2014).

Desta forma, é conveniente que o professor, tomando por base o desenvolvimento dos conhecimentos construídos pelos alunos, utilize uma aula teórica interativa, retomando os novos conceitos que exprimem as novas relações entre variáveis obtidas na experiência, explorando meios através de pesquisas científicas e promovendo a argumentação como aspecto positivo para a aprendizagem que permite a explicitação, construção e reconstrução dos pensamentos dos alunos em sala de aula, ajudando-os a tomarem consciência de suas próprias ideias.

Sendo assim, a partir dos aspectos importantes sobre a construção do conhecimento, segundo a teoria de Vygotsky e a argumentação, discutiremos a seguir sobre o Ensino por Investigação, metodologia que será implantada nas classes.

2.2 O que é o Ensino por Investigação?

Diferente de outros países, a abordagem sobre o Ensino por Investigação no Brasil ainda tem sido pouco discutido, entretanto, o interesse vem crescendo por pesquisadores e educadores para essa questão (e.g., Azevedo, 2004; Borges & Rodrigues, 1998; Carvalho, Praia & Vilches, 2005, Munford e Lima, 2008).

Segundo Munford e Lima (2008), há diversas visões acerca do que é Ensino por Investigação, e essas diferentes propostas existentes são melhor compreendidas tendo a princípio a mesma preocupação, a de reconhecer que há um grande distanciamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa.

Segundo o dicionário Aurélio, investigar significa pesquisar, ou seja, é estudar com o fim de descobrir fatos ou detalhes relativos a um campo de conhecimento. Entende-se, então, que o Ensino por Investigação se trata de uma abordagem didática, de aprendizagem a partir da ação do aluno, onde eles não se limitam apenas

na observação e manipulação, mas também na reflexão e participação das etapas do processo que leva a construção do conhecimento científico.

De acordo com Sasseron (2015), o Ensino por Investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos.

Desta forma, o professor muda sua postura, deixando de agir apenas como transmissor de conhecimentos, passando a agir como guia (AZEVEDO, 2004). O mais importante nesta abordagem é levar a introdução de conceitos e resolução de problemas para que os alunos possam construir seu conhecimento.

Segundo Sasseron (2015):

Assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (SASSERON, 2015, p.58).

Para que o Ensino por Investigação aconteça, Sasseron (2013), cita que é necessário o professor levar em consideração os materiais que serão oferecidos e solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação e, é claro, o gerenciamento da aula que inclui, sobretudo, o incentivo à participação dos alunos nas atividades e discussões.

Diante disso, nesta abordagem, o sucesso na aplicação de um Ensino por Investigação está estritamente ligado ao seu planejamento pelo professor, que tem o importante papel de elaborar as atividades e criar um ambiente propício à investigação e à troca de ideias entre os estudantes.

2.3 Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

Com o principal objetivo de permitir que a sala de aula vire um ambiente de investigação, as Sequências de Ensino Investigativas (SEI's) surgiram através do grupo de pesquisa no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LaPEF) da

Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (BELLUCCO; CARVALHO, 2014).

Sasseron (2015) define uma Sequência de Ensino Investigativo como sendo o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados.

Já segundo Carvalho (2014, 2016), as SEI's são um conjunto organizado e coerente de atividades investigativas, integradas para trabalhar um tema, sendo que a diretriz principal de cada uma das atividades é o questionamento e o grau de liberdade intelectual de cada aluno. Desta forma, visa proporcionar aos alunos condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico.

Para a construção de conhecimentos pelo indivíduo, Carvalho (2011) apresenta alguns pontos importantes que devem ser considerados no planejamento das SEI's, sendo estes:

- a) A relevância de um problema para um início da construção do conhecimento;
- b) A passagem da ação manipulativa para a ação intelectual;
- c) A importância da tomada de consciência dos próprios atos para a construção do conhecimento;
- d) As diferentes etapas das explicações científicas.

Outro fator fundamental para o processo de construção do conhecimento para os participantes das SEI's é considerar os seguintes pontos (BELLUCCO; CARVALHO, 2014):

- O estímulo à participação ativa do estudante;
- A importância da relação aluno-aluno;
- O papel do professor como elaborador de questões;
- A criação de um ambiente encorajador;
- O ensino a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula;
- O conteúdo (o problema) deve fazer sentido para o aluno;

- A relação entre ciência, tecnologia e sociedade;
- A passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica.

Desta forma, propõe-se que uma SEI deva ser planejada com o objetivo do professor passar de uma metodologia tradicional para uma nova postura em sala de aula.

É importante ressaltar que no final do processo de construção do conhecimento, haja o domínio da linguagem científica. Para isso, o professor deve propor uma sequência que ajude o aluno a encontrar as variáveis do problema, assim como sua relação de proporcionalidade, utilizando, quando possível, desenhos, gráficos, tabelas etc., porém é necessário que o aluno entenda não só o conceito e a linguagem, mas também a natureza da ciência, a relação desse novo conceito com o mundo à sua volta (CARVALHO, 2014). Diante disso, Carvalho (2016), também cita que o professor se torna o mediador indispensável ao conduzir a tradução entre a linguagem da tabela e dos gráficos para a linguagem oral, buscando a cooperação e a especialização entre as linguagens científicas.

Os problemas nas SEI's devem estar contidos na cultura dos estudantes e serem interessantes a ponto de gerar a busca de uma solução, e ainda, eles podem ser experimentais (laboratório aberto e demonstração investigativa), e não experimentais (questões abertas que podem ser introduzidas por textos, imagens, reportagens, etc.). Em ambos os casos, devem proporcionar o teste de hipóteses, a passagem da manipulação/imaginação para a ação intelectual, a estruturação do pensamento e a apresentação das argumentações socialmente (BELLUCO E CARVALHO, 2014).

2.3.1 O que é um Laboratório Aberto?

Nesse modelo propõe-se uma investigação experimental por meio da qual pretende-se que os alunos, em pequenos grupos, resolvam um problema que não tenha uma resposta já conhecida. Seu objetivo não é provar o que os alunos já aprenderam nas aulas teóricas, mas ao contrário, é levá-los a procurar uma solução experimental utilizando de outras linguagens da ciência como construir tabelas com dados experimentais, isto é, escolher as variáveis importantes no fenômeno físico estudado e procurar estabelecer relações entre essas variáveis, construir gráficos, isto

é, procurar qual estrutura matemática que relaciona essas variáveis, procurando assim completar a alfabetização científica. A Tabela 1 mostra os diferentes níveis de laboratório descritos por Carvalho em sua obra Calor e Temperatura.

Tabela 1 – Relação de laboratório de acordo com o grau a liberdade dado ao aluno

NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO	ENUNCIADO DO PROBLEMA	PROCEDIMENTO	CONCLUSÕES
0	Dado	Dado	Dado
1	Dado	Dado	Em aberto
2	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: CARVALHO, 2014

Analisando a Tabela 1 é perceptível que o nível 0, mostrado na tabela, corresponde a um laboratório tradicional, em que o professor trabalha em sala de aula com seus alunos, fechado, onde os alunos recebem do professor o enunciado do problema, um tutorial bem detalhado contando o passo a passo dos procedimentos a serem tomados, além de uma conclusão predeterminada, com o objetivo de apenas retificar um conceito que já se tinha sido ministrado pelo próprio professor.

O próximo é o nível 1, que ainda não é considerado um Laboratório Aberto, pois apesar de permitir um pouco mais de liberdade para os alunos, deixando que os mesmos tirem suas próprias conclusões, ainda é dado ao educando o problema e toda a forma de proceder para chegar à conclusão.

O nível 2 é o que Carvalho (2014) começa a chamar de laboratório aberto devido ao seu grau de liberdade. Nele os educandos recebem apenas uma situação problema, através de uma pergunta que estimule a curiosidade científica dos estudantes, por exemplo:

O que acontece quando largamos objetos diferentes de uma mesma altura?

E a resposta a essa pergunta é o objetivo principal do laboratório, porém para respondê-la, os alunos em grupos, precisam planejar passos característicos do

método científico, como levantamento de hipótese, a elaboração de um plano de trabalho, montagem do arranjo experimental, além da coleta e análise de dados, para então tirarem e discutirem suas próprias conclusões. (CARVALHO, 2014). Tudo elaborado pelos alunos e apenas orientado pelo professor.

O 3º nível é considerado o mais aberto possível, porque os próprios alunos precisam identificar um problema, elaborar uma hipótese e os procedimentos a serem tomados, e por último, tirarem suas próprias conclusões, onde novamente tudo deverá ser com orientação do professor. (CARVALHO, 2014).

2.3.2 O que é uma demonstração investigativa?

A pesquisa feita, de acordo com Carvalho (2014), cujo objetivo foi verificar a possibilidade de se obter a melhoria no aprendizado dos alunos sobre o conteúdo de termodinâmica, nas condições normais de trabalho no Ensino Médio das escolas públicas, a partir de uma mudança metodológica, os resultados dessa pesquisa mostraram que esse ensino levou os alunos a realizarem uma revolução conceitual dentro dos conteúdos de calor e temperatura, além de gerar uma grande motivação por Física.

Esta nova metodologia tem como alguma de suas ideias centrais a participação direta do aluno na reconstrução do conhecimento científico, o que habitualmente em uma metodologia tradicional são transmitidos já elaborados.

Outra ideia central é a valorização da construção social do conhecimento que se reflete na argumentação social dos alunos, seja na interação entre os alunos de um pequeno grupo, entre os grupos ou entre aluno e professor. Uma terceira ideia central é proporcionar condições para que os alunos passem de uma linguagem coloquial, onde as ideias são indissociáveis, para uma linguagem científica, em que cada palavra tem um significado preciso e que os conceitos são relacionados por formulação matemática; quando essa mudança acontece, segundo Carvalho (2002), os alunos sofrem uma revolução conceitual. Como exemplo de linguagem coloquial o livro mostra o calor e a temperatura, que por muitos alunos são entendidos erroneamente como tendo o mesmo conceito.

Na pesquisa feita por Carvalho (2014), ela classifica como demonstração experimental investigativa os problemas experimentais em que a ação é realizada pelo professor. Em geral, são realizadas em sala de aula e partem de um problema para que os alunos, ao resolver, procurem levantar os dados e hipóteses para que então o professor realize as soluções indicadas pelos estudantes. Nessa atividade o professor não responde às perguntas dos alunos de forma direta, e sim com novas perguntas que possam gerar conflitos cognitivos com o objetivo de construir com os alunos a passagem do saber cotidiano para o científico.

É importante que no final do processo os alunos escrevam suas conclusões, observações, reflexões, discussões, relatos e ponderações, fazendo com que a atividade experimental deixe de ser apenas uma ilustração da teoria, e se torne um instrumento riquíssimo do processo de ensino.

Essa investigação, porém, deve ser fundamentada, ou seja, é importante que a atividade de investigação faça sentido para o aluno de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Por isso, é fundamental neste tipo de atividade que o professor apresente um problema relacionado ao que está sendo estudado (CARVALHO 2014, p.47).

Ao final da atividade o professor deve pedir aos alunos descreverem suas observações, discussões, relatos etc. Dessa forma, as atividades passam a ocupar um papel extremamente importante para o ensino, proporcionando aos alunos condições para que eles construam seus próprios conhecimentos.

Porém, precisa-se entender que uma atividade experimental não se constitui propriamente uma atividade de construção da ciência; no entanto, uma demonstração investigativa, onde o aluno participa da construção do conhecimento possibilita fazer com que eles percebam que o conhecimento científico vem de um processo também de construção, de forma dinâmica e aberta, os aproximando de uma cultura científica e posteriormente de um processo de alfabetização científica (CARVALHO, 2014).

Vale ressaltar que as atividades investigativas abordadas partem de uma situação problema, questionadora de diálogo (um desafio que seja impossível de ser resolvido sem que o aluno obtenha um conceito físico), seja através de uma pergunta, uma demonstração experimental, um texto histórico, um exercício investigativo, etc. Nesta metodologia o professor passa a ser um observador, um direcionador, utilizando feedback para direcionar os grupos, mas nunca dando a resposta, sempre

considerando que mesmo uma resposta errada pode contribuir para a construção do conhecimento. O professor precisa gerar nos alunos conflitos cognitivos, que segundo Carvalho (1992) é uma estratégia na qual o aluno aprende se suas ideias espontâneas, sobre determinados fenômenos, são colocadas em conflito com as observáveis, se suas previsões ou antecipações, elaboradas dentro de um esquema conceptual espontâneo são contrariadas por resultados experimentais.

Como exemplo, Carvalho (2014) mostra que, muitos alunos têm como conhecimento coloquial subsunçor, a ideia de que enxergamos porque um raio de luz sai de nossos olhos, o conflito cognitivo é gerado quando o professor questiona: “*se sai de nossos olhos por quê não enxergamos no escuro?*”

Carvalho (2014), também chama atenção para alguns pontos como, a importância da atividade de investigação fazer sentido para o aluno, de modo que ele saiba porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado, ou a importância de no final do trabalho investigativo o professor formalizar o conceito físico, sua linguagem matemática e científica, uma vez que por si só, o aluno talvez não consiga chegar a tais linguagens.

2.3.3 Sistematização do conhecimento

Após um laboratório aberto ou uma demonstração investigativa, Carvalho (2014), propõe ao professor sistematizar os conhecimentos dos alunos através de uma aula teórica interativa, com perguntas que façam os estudantes lembrar das ações praticadas e estruturar os dados através das evidências importantes do fenômeno. Desta forma dará condições para que iniciem o processo argumentativo.

De acordo com Carvalho (2016), propõe-se que a sistematização do conhecimento seja elaborada em grupo. Neste momento, a aula precisa proporcionar espaço e tempo para a sistematização do conhecimento. Na busca da participação de todos os alunos, o professor leva-os a tomarem consciência da ação deles, ou seja, passam da ação manipulativa para a ação intelectual.

Outra etapa citada por Carvalho (2016), é a sistematização individual do conhecimento. Neste processo o aluno, através da escrita, apresenta o que aprendeu

na aula. Desta forma, o fazer ciências não se encerra nos procedimentos usuais, tais como, retirar medidas, fazer observações, entre outros; mas vai além, também é fundamental para a atividade científica e, por consequência, para o ensino de ciências, a capacidade do aluno debater suas ideias e escrever sobre o tema (CARVALHO, 2016). Tem-se, então, a argumentação sobre o discurso do aluno aos seus resultados obtidos durante a aula.

Estabelecidos aspectos relevantes sobre a aprendizagem do aluno, sendo o Ensino por Investigação uma abordagem didática a partir da ação do aluno, este trabalho pretende levar o ensino dos conceitos básicos de Dilatação Térmica através de atividades investigativas em que serão considerados problemas experimentais envolvendo laboratório aberto e demonstrações investigativas, e as não experimentais por meio da utilização de imagens. Por fim será realizada a sistematização do conhecimento dos alunos por meio de ações interativas com perguntas relacionadas às atividades e à argumentação escrita através de músicas em forma de paródias.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste trabalho é feito um relato de experiência mostrando uma abordagem ativa na aprendizagem do fenômeno da Dilatação Térmica através de uma sequência de quatro atividades que compõem uma SEI que propõe ao aluno se engajar na construção do conhecimento científico. Na elaboração desta sequência, será levado em consideração o estímulo de argumentação em sala de aula, para propiciar a iniciação de um processo de educação científica, pois, inserir a argumentação, assim como a educação científica, na vida do educando, é tão importante quanto aprender os conceitos físicos.

Segundo Oliveira e Carvalho (2003):

a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aluno na construção do conhecimento, as ideias prévias dos alunos desempenham um papel importante no seu processo de aprendizagem.

O papel do professor é procurar observar as atividades dos grupos de alunos sem fazer a interferência, pois é durante a interação entre os alunos que são levantadas hipóteses e propostas, gerando a construção do conhecimento e de argumentações que vão estruturar a relação entre as atividades estudadas e o fenômeno físico relacionado. O professor tem que saber além da matéria que está ministrando, pois em uma atividade investigativa o professor torna-se um questionador, que media as discussões, que saiba conduzir perguntas, propor desafios, estimular os questionamentos, que passe de um expositor a orientador do processo de ensino. Carvalho (1998) descreve a influência do professor no ensino, em que o aluno participa da construção da seguinte maneira:

É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para a reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas.

A SEI foi aplicada em uma turma de segundo ano do Ensino Médio com 36 alunos, de uma escola da rede pública situada no Estado do Pará. Durante a aplicação os alunos foram divididos em grupos, para facilitar a discussão e incrementar a argumentação nos grupos.

É importante informar que, na maioria das vezes, o fenômeno da Dilatação Térmica é abordado de forma tradicional, mecânica, onde o professor, detentor do conhecimento, fala e o educando simplesmente ouve de forma passiva. Nesse sentido, para evitar essa postura, aplicamos as atividades de maneira que o aluno, ao se deparar com as situações-problemas, fosse motivado a encontrar a solução dos mesmos, através dos desafios apresentados em cada atividade. Perguntas geradoras de reflexão, foram feitas aos alunos, durante a realização das atividades, para garantirem o diálogo característico do Ensino por Investigação

3.1 Produção da SEI

Buscando uma questão problematizadora e que possa despertar a atenção e a curiosidade do aluno com uma visão orientada para os principais fenômenos físicos abordados, fazendo com que os alunos levantem as próprias suposições e discutam possíveis saídas para os problemas citados, é necessário uma estratégia para criar situações questionadoras e de diálogo e que possa levar o aluno a construir seu conhecimento.

Um fenômeno pode ser mostrado, pois é um acontecimento da natureza; entretanto o conceito não está diretamente visível, é uma abstração, quase sempre uma explicação para o fenômeno, e precisa ser construído logicamente. Essa construção pode ser feita principalmente em uma interação fenômeno/discurso entre professor e aluno, e, depois, esse discurso, já sistematizado, precisa ser traduzido em linguagem matemática. (Carvalho 2014)

Então foi criada uma SEI sobre o assunto Dilatação Térmica, que foi dividida em cinco atividades, desenvolvidas em dois encontros com a turma, onde cada encontro teve a duração de duas aulas, com aproximadamente cinquenta minutos de duração cada aula.

A SEI consistiu de três demonstrações investigativas, com imagens e experimentos, uma atividade investigativa de laboratório aberto e a sistematização.

3.2 Sistematização

Ao final das atividades, cabe ao professor fazer uma sistematização dos conhecimentos que os alunos construíram, de maneira interativa, onde será feita uma retomada dos conceitos expostos e obtidos na experiência, fazendo questionamentos que levem os alunos a argumentarem e refletirem. É necessário que os alunos tenham textos de apoio para dar o embasamento teórico, a fim de que possam estudar e relembrar o que foi visto nas atividades investigativas, agora, nos textos, com uma linguagem mais formal.

Planejamos atividades investigativas, mas elas só se tornarão um ensino investigativo se o professor se propuser a organizar suas aulas de forma dialogada, fazendo questionamentos que levem os alunos a refletirem e a argumentarem. Isso não é fácil para o professor que foi formado por aulas expositivas, nas quais o conteúdo transmitido é fechado. Mas não é impossível. Depende da vontade do professor de orientar suas aulas de tal modo que a participação dos estudantes fiquem bem definidas. (CARVALHO 2014).

3.3 Confeção de música pelos alunos

A produção de paródias musicais relacionadas aos assuntos de Física serve como auxílio na aprendizagem do aluno ao permiti-lo que consiga assimilar e compreender assuntos referentes a esta disciplina. Por ser considerada para muitos deles conteúdos que são difíceis de entender, principalmente no que diz respeito aos termos e conceitos ensinados em sala de aula, essa estratégia é utilizada como ferramenta para facilitar a aprendizagem. A música é considerada desta forma uma das possibilidades de se trabalhar com o aluno de forma mais atrativa.

Entende-se que a música consiste em uma linguagem culturalmente construída e, por conseguinte, culturalmente aprendida; sendo fruto da relação do ser humano com a própria cultura humana na qual se insere (BARBOSA, 2013). Ao considerarmos a música como forma de linguagem, podemos pensar em como esse caráter de diálogo afeta as relações de ensino nas quais o professor tem papel privilegiado nesse processo.

Para a realização desta pesquisa a argumentação feita pelos alunos foi realizada por meio da musicalização através de paródias, e não apenas por meio de relatórios tradicionais, de acordo com conteúdo apresentado pelo professor. Todo o aprendizado foi construído com a participação ativa dos alunos através das atividades

investigativas, e com o professor como mediador, fazendo intervenções no sentido de corrigir e complementar as letras das paródias, envolvendo os assuntos de Física abordados.

3.4 Análise dos resultados

Segundo Rivard e Straw (2000, apud OLIVEIRA E CARVALHO, 2003), “uma estratégia instrucional cercada de ambas (discussão e escrita) devia aumentar a aprendizagem mais do que usando qualquer uma destas duas modalidades sozinha.” Seguindo essa linha de pensamento, ao final de cada atividade é solicitado aos alunos que façam textos sobre a atividade desenvolvida.

No final, após a sistematização, é solicitado que os grupos criem paródias de músicas conhecidas, cujas letras devem conter o conhecimento físico construído por eles durante as atividades.

Todos os relatos escritos entregues pelos alunos serão analisados de forma qualitativa, buscando-se destacar nos textos e nas paródias se:

os alunos conseguiram tomar consciência de como foi produzido o efeito desejado (resolução do problema); os alunos dão as explicações causais. (OLIVEIRA; CARVALHO, 2003)

CAPÍTULO 4 – DILATAÇÃO TÉRMICA

Neste trabalho, a parte da Física abordada é Dilatação Térmica, assunto encontrado no conteúdo programático de Física Térmica, ministrada no 2º ano do Ensino Médio.

Vamos começar falando sobre os termômetros, que são aparelhos que servem para medir a temperatura de um sistema ou de um único corpo, com o qual esse termômetro está em equilíbrio térmico. Para se medir essa mudança de temperatura, os termômetros usam alguma propriedade física, como por exemplo cita-nos Serway (2013), as seguintes propriedades:

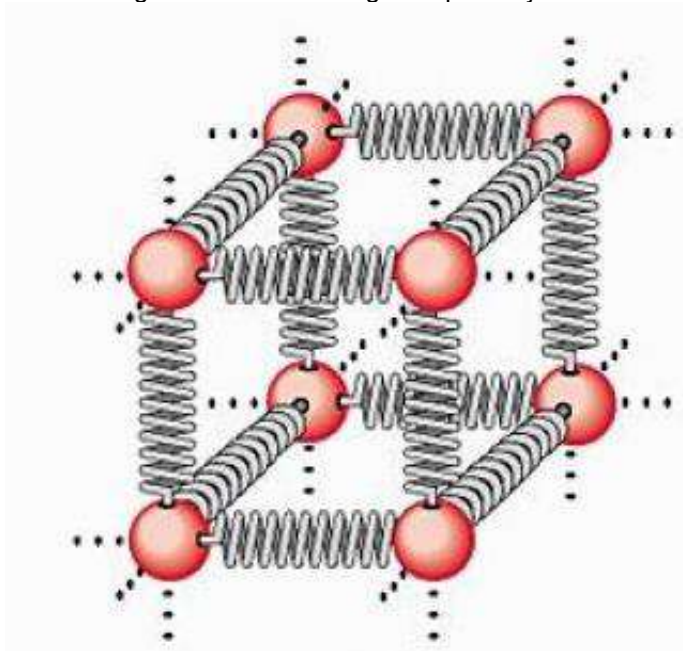
- a) volume de um fluido;
- b) comprimento do sólido;
- c) pressão de um gás;
- d) a cor de um corpo; ou
- e) a resistência elétrica de um condutor.

Um termômetro comum, que diariamente é usado, é constituído por um fluido, geralmente mercúrio ou álcool, que sofre uma expansão no interior de um tubo capilar, à medida que sua temperatura aumenta.

Essa mudança no volume ocorre nos líquidos e também em corpos sólidos, ou seja, quando a temperatura aumenta, o volume também aumenta. Esse fenômeno, conhecido como expansão ou dilatação térmica, desempenha um papel importante em várias aplicações, como por exemplo, a junta de dilatação das construções, junta de dilatação dos trilhos dos trens, ou mesmo a folga nos fios de eletricidade dos postes localizados nas ruas. Estes são alguns exemplos de dilatação, provocada pela variação de temperatura, e que é responsável pela alteração das dimensões dos corpos.

De modo geral, o aumento da temperatura de um corpo provoca maior agitação de suas moléculas, conforme mostra-nos a Figura 4.1, o que provoca o aumento da distância média entre elas, aumentando, assim, o volume do corpo. Como exemplo temos as estruturas de concreto, que devem ser projetadas e construídas com as juntas de dilatação, o que permite que o concreto expanda-se e contraia-se livremente, reduzindo, assim, a possibilidade de formação de rachaduras.

Figura 4.1 - Átomos ligados por força elástica



Fonte: <https://lusoacademia.org/2015/11/20/1-3-expansao-termica/>

Voltando a falar do termômetro comum, que tem uma coluna de vidro com uma dada escala, contendo mercúrio em seu interior, à medida que o mercúrio recebe calor de uma fonte externa, seu volume aumenta, conseqüentemente uma marca na escala é registrada. Este exemplo revela que o aquecimento aumenta o volume do corpo.

Entretanto, há situações, como nos sólidos, em que a variação de apenas uma das dimensões é mais significativa que a variação do volume do corpo todo. Este é o caso dos fios no poste ou dos trilhos de um trem, em que a variação de seu comprimento é consideravelmente superior ao aumento das outras dimensões.

A variação de apenas uma das dimensões de um corpo, devido a variação de temperatura, chama-se dilatação linear. Em alguns outros casos, a variação da área do corpo, ou seja, a variação de duas dimensões, devido a variação de sua temperatura, é chamada de dilatação superficial. Quando há variação volumétrica do corpo, em que variam as três dimensões, com a variação de sua temperatura, chama-se a dilatação de volumétrica.

A dilatação de um corpo depende de três fatores:

- a) do material que constitui o corpo;

- b) das dimensões iniciais do corpo;
- c) da variação de temperatura.

A variação de qualquer dimensão linear do sólido, como comprimento, largura ou espessura é chamada de dilatação linear. Uma mudança de temperatura ΔT causa uma variação ΔL no comprimento inicial L da dimensão linear; conclui-se que ΔL é diretamente proporcional a ΔT e ao comprimento inicial. Então, pode-se escrever a seguinte equação:

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Onde α é chamado de coeficiente de dilatação linear e tem valores diferentes para diferentes materiais. O coeficiente de dilatação linear, α , tem o significado de uma variação fracionária do comprimento, por grau de variação de temperatura. Na Tabela 2 são mostrados alguns valores experimentais do coeficiente de dilatação linear médio de vários sólidos comuns.

Tabela 2 – Valores de α

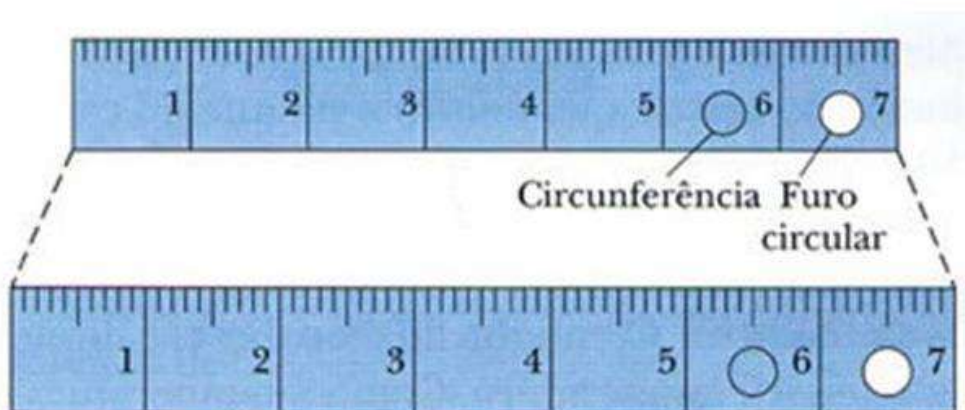
Coeficientes de dilatação linear	
Material	α [K^{-1} ou $(^\circ\text{C})^{-1}$]
Alumínio	$2,4 \times 10^{-5}$
Latão	$2,0 \times 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-5}$
Vidro	$0,4-0,9 \times 10^{-5}$
Invar (liga de ferro-níquel)	$0,09 \times 10^{-5}$
Quartzo (fundido)	$0,04 \times 10^{-5}$
Aço	$1,2 \times 10^{-5}$

Fonte: Física 2 8ª edição, Halliday, Resnick e Krane

De acordo com Halliday, Resnick e Krane (2009), nos corpos isotrópicos (substância que possui as mesmas propriedades físicas, independentemente da

direção considerada), não há nenhuma direção privilegiada, sendo a variação percentual em comprimento, para uma dada variação de temperatura, a mesma em todas as direções; neste caso, a dilatação é muito semelhante a uma ampliação fotográfica, com a diferença que no sólido esta é tridimensional. Logo, se numa lâmina plana houver uma perfuração circular como, por exemplo, em uma régua metálica, cada linha ou curva, aumenta na razão do coeficiente de dilatação linear, α , para cada grau de aumento de temperatura. Ao perceber os números gravados na régua, após o aquecimento, os números terão um aumento fracionário, em qualquer direção, conforme a Figura 4.2, que mostra a analogia com a ampliação fotográfica.

Fig.4.2 réguas de aço em temperaturas diferentes



Fonte: <https://lusoacademia.org/2015/11/20/1-3-expansao-termica/>

Tendo isto em mente, é possível mostrar que para um corpo isotrópico, a variação da área A , por grau de temperatura é dada por 2α , isto é,

$$\Delta A = A \cdot 2\alpha \cdot \Delta T$$

e a variação fracionária do volume V , por grau de temperatura é dada por 3α , ou seja,

$$\Delta V = V \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$$

Em um fluido (líquidos e gases), cuja forma não é definida, apenas a variação volumétrica tem sentido. Os gases respondem fortemente a variação de temperatura ou pressão, enquanto as variações de volume no líquido correspondentes a mudanças de temperatura ou pressão são muito menores.

CAPÍTULO 5 – PRODUTO EDUCACIONAL

5.1 Sequência de Ensino Investigativo (SEI) de Dilatação Térmica

O produto educacional consta de uma SEI com 5 atividades, sendo 4 atividades investigativas de Dilatação Térmica e a sistematização, relativos ao conteúdo do 2º ano do Ensino Médio, que foram escolhidos visando tornar as aulas de Física mais dinâmicas e motivadoras para os estudantes. O produto educacional foi aplicado em uma escola da rede pública, com dois encontros, cada encontro utilizando duas aulas de cinquenta minutos. As atividades de ensino investigativas que compõem a SEI escolhidas para essa pesquisa foram:

ATIVIDADE 1:

Esta atividade constitui-se de uma seleção de imagens que são vistas no cotidiano do aluno e que envolvem alguns corpos que sofrem Dilatação Térmica, porém o professor não deve dizer o que está acontecendo; deve deixar o aluno tirar suas conclusões.

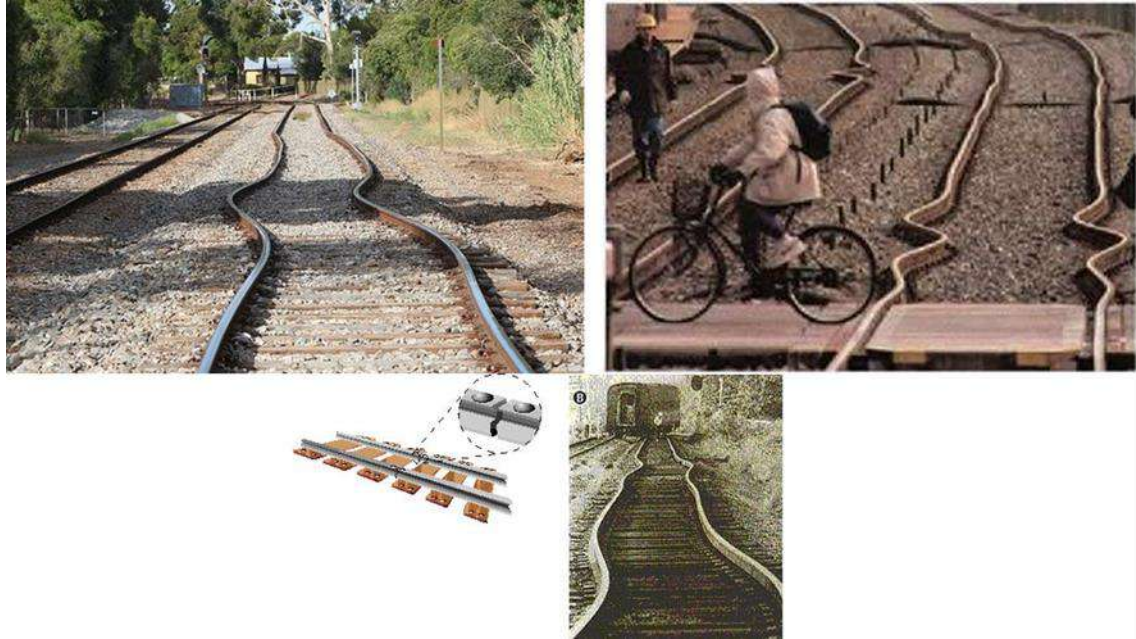
A atividade tem por objetivo fazer com que o aluno perceba o fenômeno da Dilatação Térmica presente no seu dia-dia, através das imagens que retratam o estudo em questão. As imagens selecionadas podem ser apresentadas por meio de um data-show usando a ferramenta Power Point, para que os alunos visualizem o fenômeno estudado, presente nas diversas situações do dia-dia, mostrado nas Figuras 5.1 a 5.3.

Figura 5.1 – Imagens de fios que conduzem eletricidade



Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/dilatometria/>

Figura 5.2 – Imagens de trilhos de trem



Fonte: <http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/08/dilatacao-termica-o-que-e-o-que-causa.html>

Figura 5.3 – Imagens de calçadas e pontes que tenham junta de dilatação



Fonte: www.aecweb.com.br/cont/m/rev/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos_14462_10_0

Após a visualização das imagens, o professor deve fazer perguntas para incitar os alunos, como por exemplo;

- **“O que é observado nas imagens?”**
- **“O que as imagens têm em comum?”**

Então, os alunos em grupos começam a discutir entre eles, buscando interagir e argumentando sobre qual fenômeno físico está ocorrendo nas imagens.

ATIVIDADE 2:

A segunda demonstração investigativa foi feita utilizando os seguintes materiais:

- Balões de vidro com volumes de 500ml e 250 ml (Fig. 5.4)
- Balões de látex
- Tela de amianto
- Álcool em gel
- Fósforo

Figura 5.4 – Balões de vidro



Fonte: Próprio autor

O objetivo é mostrar que a dilatação é diretamente proporcional ao volume inicial do corpo. Em cada um dos dois balões de vidro, com volumes diferentes, é acoplado, na parte superior, um balão de látex e o conjunto é colocado no fogo, sobre

uma tela de amianto. Após alguns segundos, os balões de látex começam a inflar, devido a dilatação do ar contido nos recipientes. No recipiente menor o balão demora mais para inflar e no recipiente maior o balão infla mais rápido, comprovando que a Dilatação Térmica é diretamente proporcional ao volume inicial do ar contido no recipiente.

Cabe ao professor, nesta hora, propor algumas perguntas que deverão gerar ideias, que serão discutidas entre os alunos, permitindo a ampliação dos conhecimentos prévios e promovendo oportunidades para que o estudante possa ter uma reflexão puramente prática e estabelecendo metodologias de trabalhos onde as ideias são argumentadas em grupo. A partir daí o professor poderá fazer as seguintes perguntas:

- “O que aconteceu quando o recipiente de vidro foi aquecido?”

- “Qual balão de látex encheu primeiro e por quê?”

Após feitas as perguntas, os alunos devem interagir em grupos e levantar hipóteses, expondo suas ideias, podendo questionar e defender seus pontos de vista, ficando o professor somente com a função de acompanhar as discussões, podendo ou não propor novas questões para manter a coerências das ideias expostas pelos alunos.

ATIVIDADE 3:

A terceira demonstração investigativa tem como objetivo mostrar que a dilatação é diretamente proporcional à variação de temperatura através da utilização de um termômetro caseiro feito com materiais recicláveis e de baixo custo. O material utilizado foi:

- Garrafa PET de 600 ml
- Canudo plástico
- Álcool isopropílico
- Corante

- Massa de modelar
- Cola quente

Embora fazer um termômetro caseiro possa demorar, é um processo bem simples e de fácil compreensão:

- **Primeiro Passo:** Fazer um furo de diâmetro aproximadamente igual ao do canudo na tampa, com a ajuda de uma pequena faca. (Muita cautela no manuseio da faca). Em seguida, encaixe o canudo no orifício da tampa. Após isto, vede com massa de modelar as partes interna e externa da tampa.
- **Segundo Passo:** Adicione bem devagar uma certa quantidade de álcool Isopropílico na garrafa pet (aproximadamente 350ml); a mesma deverá estar seca internamente.
- **Terceiro Passo:** Adicione o corante no álcool dentro da garrafa e manuseie misturando até que sua coloração fique homogênea.
- **Quarto Passo:** Tampe a garrafa de maneira que a extremidade interna do canudo inserido na tampa fique, aproximadamente, a uns 10cm do fundo da garrafa. Lembre-se que a garrafa não pode conter ar em seu interior.
- **Quinto Passo:** Vede a tampa da garrafa com cola quente, para que não haja transferência de ar de um ambiente para o outro.
- **Sexto Passo:** Teste o termômetro; primeiro utilizando a temperatura do corpo, aquecendo as mãos e envolvendo a garrafa. Em poucos minutos verifica-se a expansão do líquido no canudo.

Observa-se no termômetro construído (Fig. 5.5) que, quando se coloca a mão na garrafa sem pressioná-la, uma certa quantidade de álcool entra no canudinho e, quanto mais quente estiver a mão, mais álcool entra no canudo. Esse efeito comprova que a dilatação depende da variação da temperatura.

Figura 5.5 – Termômetro Caseiro



Fonte: Próprio autor

Após os estudantes começarem a interagir com o experimento, o professor deve começar a indagá-los com algumas perguntas, como por exemplo:

- ***“O que aconteceu quando você colocou a mão na garrafa, sem atritá-las?”***

- ***“Quando se atrita as mãos e, a seguir, toca-se novamente na garrafa, o que acontece?”***

ATIVIDADE 4:

Essa atividade é realizada por meio de um laboratório aberto, em que se utiliza um aparato experimental onde um circuito elétrico se fecha ao dilatar de uma haste

metálica, acionando um pequeno motor ou LED. Para construir esse experimento, foi necessário:

- Estrutura de madeira retangular com duas hastes.
- Fio condutor de eletricidade
- Pilha 1,5 V
- Lâmpada de LED ou motorzinho elétrico
- Fita isolante
- Uma haste metálica
- Vela
- Fosforo

O professor deverá montar um circuito elétrico que ficará aberto, sendo a chave desse circuito a haste metálica que fica na parte superior, conforme a Figura 5.6.

Figura 5.6 – Aparato Experimental



Fonte: Próprio autor

A atividade investigativa será um laboratório aberto, onde inicialmente o circuito se encontra aberto, ou seja, sem a passagem de corrente elétrica e, quando fechado, ligará um pequeno motor. Para fechar o circuito, tem-se uma haste metálica bem próximo do terminal metálico, que funciona como chave. O problema para essa atividade é fazer o aluno fechar o circuito sem tocar no mesmo, apenas usando alguns instrumentos fornecidos pelo próprio professor, fazendo funcionar o pequeno motor ou a lâmpada de LED e da maneira mais rápida possível.

As equipes devem analisar o experimento, que tem conexão com as atividades anteriores, e tentar fazer hipóteses. O ápice da resolução do problema está na participação dos alunos, e para isso os mesmos devem assumir uma postura diferenciada, que os possa fazer pensar, elaborar hipóteses, escrever e justificar suas ideias. Após todos esses processos, eles deverão chegar à conclusão que a vela vai aquecer a haste metálica e, conseqüentemente, a mesma irá dilatar fechando o circuito, e fazendo funcionar o pequeno motor ou LED.

SISTEMATIZAÇÃO

Após aplicação das demonstrações investigativas e do laboratório aberto, é necessário realizar a sistematização, que foi citada na sessão 3.2, onde será feita uma retomada dos conceitos expostos e obtidos na experiência, fazendo questionamentos que levem os alunos a argumentar e refletir.

A partir deste momento, os alunos são incentivados a produzir paródias de músicas conhecidas, explicando o que foi observado nas atividades desenvolvidas, destacando o conteúdo físico trabalhado.

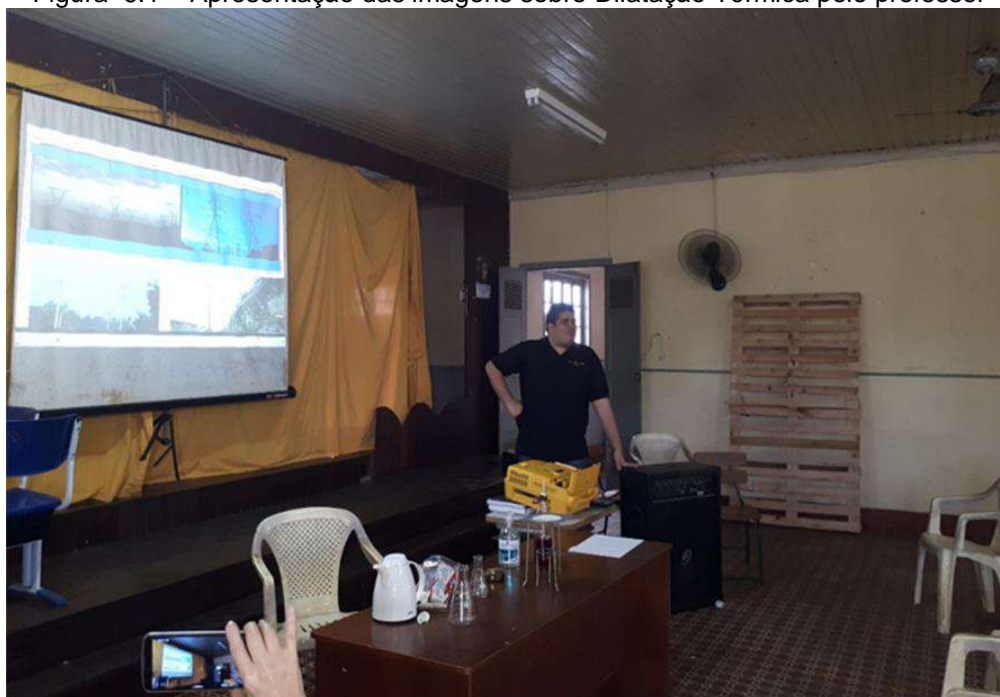
CAPÍTULO 6 – APLICAÇÃO DO PRODUTO E RESULTADOS

A aplicação do produto educacional se deu em uma escola pública, situada na região metropolitana de Belém, em uma turma do 2º ano do Ensino Médio do turno vespertino, com 36 alunos em sala. Ao final de cada uma das 4 atividades investigativas que compunham a SEI, foi solicitado aos alunos que produzissem um texto sobre a atividade realizada.

6.1 Aplicação e Resultados da ATIVIDADE 1

Nesta atividade foi apresentada uma seleção de imagens, onde são vistos o cotidiano do aluno, e que envolvem alguns corpos que sofrem Dilatação Térmica. A turma ainda não estava separada por grupos, conforme verifica-se nas Figuras 6.1 e 6.2.

Figura 6.1 – Apresentação das imagens sobre Dilatação Térmica pelo professor



Fonte: Próprio autor

Figura 6.2 – Observação das imagens mostradas



Fonte: Próprio Autor

Após a apresentação das imagens foi pedido que os alunos formassem grupos e que cada um destes descrevesse o que as imagens mostravam em comum; os alunos, então, começaram a discutir e apresentar suas ideias e hipóteses. A partir daí, começamos a procurar observar as atividades dos grupos de alunos, sem interferir em seu raciocínio e sem responder diretamente às questões, pois tratando-se de uma atividade investigativa o professor torna-se um questionador/orientador, argumentando e fazendo perguntas durante a interação com os alunos. Nesse momento os alunos começaram a levantar hipóteses, propostas e argumentações, gerando a construção do conhecimento (VYGOTSKI,1998). Após esse processo, cada equipe chegou a conclusão do que foi exposto.

As equipes, que vamos intitular de equipes A, B e C (Figuras 6.3 a 6.5) escreveram:

Figura 6.3 – Texto dos alunos da equipe A, referente a Atividade 1

1º experimento
 Em todas as imagens houve excesso de temperatura o que ocasionou com uma expansão.

Fonte: Alunos da equipe A

Figura 6.4 – Texto dos alunos da equipe B, referente a Atividade 1

1º experimento
 Por conta de alta temperatura ocorreu vários tipos de consequências como os rompimentos e os sedimentos.

Fonte: Alunos da equipe B

Figura 6.5 – Texto dos alunos da equipe C, referente a Atividade 1

1º experimento
 O calor fez com que os cabos, os trilhos e estradas expandir-se com a pressão do calor.

Fonte: Alunos da equipe C

Nota-se, nestes textos, que cada equipe tentou usar os conhecimentos prévios que tinham sobre Física que envolve Dilatação Térmica, e que as equipes conseguiram associar o aumento de temperatura com a dilatação, porém o nome dado pelas equipes, conforme as Figuras 6.3 a 6.5, ainda não é dilatação.

Também tiveram aquelas equipes, como a D e a E, que tiveram maior dificuldade de assimilar os assuntos abordados, não conseguindo fazer um elo de ligação completo entre as imagens e o fenômeno físico da Dilatação Térmica, conforme as Figuras 6.6 e 6.7.

Figura 6.6 – Texto dos alunos da equipe D, referente a Atividade 1

1º experimento

Na primeira imagem tinha um poste que transformava
 tem e geram energia. Na segunda imagem tinha
 um trilhon de trens, que por conta da força que me-
 de sobre ele foram se entortando. Na terceira ima-
 gem, o asfalto medeu por conta do calor exercido
 sobre ele, causando rachaduras.

Fonte: Alunos da equipe D

Figura 6.7 – Texto dos alunos da equipe E, referente a Atividade 1

1º experimento

Concluímos que nas imagens das torres elétricas a pres-
 são de fenômenos naturais como a chuva e vento, fizeram
 com que as cordas caíssem. Já nas imagens dos trilhos,
 o calor das rodas dos trens fizeram com que eles
 se entortassem. E nas rachaduras do solo, concluímos
 que foram causadas pela temperatura do solo e a
 alteração do clima.

Fonte: Alunos da equipe E

6.2 Aplicação e Resultados da ATIVIDADE 2

Essa segunda atividade, que teve o objetivo de mostrar que a dilatação é diretamente proporcional ao volume inicial do corpo, foi uma demonstração investigativa. O professor colocou, em cada um dos dois balões de vidro com volumes diferentes, um balão de látex de igual tamanho, e aqueceu o conjunto, fazendo com que os balões de látex se dilatasse com volumes diferentes, ou seja, o balão de látex que estava no balão de vidro de maior volume se dilatou mais.

Demonstrado o experimento sem a explicação do fenômeno, foram feitas pelo professor as perguntas aos alunos que, separados em grupos passaram a interagir e levantar hipóteses, expondo suas ideias. As equipes puderam questionar e defender seus pontos de vista sobre o experimento, tentando entender e procurando uma explicação para o motivo do balão que estava acoplado ao recipiente de maior volume inflar mais do que o balão que estava no recipiente de menor volume. Ao professor,

coube a função de mediar/orientar as discussões, podendo propor novas questões para manter a coerência das ideias propostas.

Ao final das argumentações, cada equipe escreveu um texto descrevendo o experimento e dando as possíveis explicações para o fenômeno observado (Figuras 6.8 a 6.11).

Figura 6.8 – Texto dos alunos da equipe A, referente a Atividade 2

2º experimento

haviam dois recipientes de diferentes tamanhos, um contendo maior quantidade de ar do que o outro. Em cada um deles havia uma bexiga. No recipiente maior tinha mais oxigênio, isso fez com que o balão enchesse mais rápido.

Fonte: Alunos da equipe A

Figura 6.9 – Texto dos alunos da equipe C, referente a Atividade 2

2º experimento

O recipiente menor onde tem menos ar, aqueceu com o calor e fez com que o balão expandir-se de uma forma mais lenta que o elemento maior, que armazenava mais ar, e a pressão do ar é maior.

Fonte: Alunos da equipe B

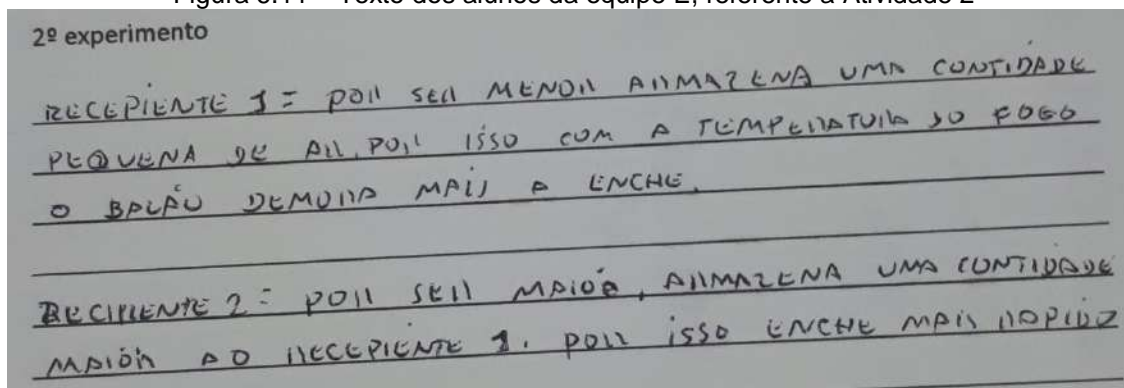
Figura 6.10 – Texto dos alunos da equipe D, referente a Atividade 2

2º experimento

Existiam dois recipientes, um maior e um menor com um balão na ponta de cada um. Ao colocar calor nos recipientes, aos poucos os balões iam enchendo, mas que o recipiente maior encheu com mais rapidez do que o menor, por conta do recipiente maior ter mais ar.

Fonte: Alunos da equipe D

Figura 6.11 – Texto dos alunos da equipe E, referente a Atividade 2



Fonte: Alunos da equipe E

Nestes textos entregues, as equipes chegaram à conclusão que o balão de látex do recipiente maior encheu mais e em um intervalo de tempo menor, devido ao volume do recipiente ser maior.

6.3 Aplicação e Resultados da ATIVIDADE 3

A terceira demonstração investigativa foi aplicada, sendo solicitado que alguns alunos colocassem suas mãos na garrafa pet sem pressioná-la. Ao fazerem isto, era observado que uma certa quantidade de álcool entrava no canudinho (Figura 6.12) e quanto mais quente estivesse a mão do aluno, mais álcool entrava no canudo. Esta demonstração investigativa teve como objetivo mostrar que a dilatação é diretamente proporcional à variação de temperatura através da utilização de um termômetro caseiro.

Após feito o primeiro contato com o termômetro, foi pedido para o aluno atritar as mãos, uma na outra, e tocar na garrafa novamente, notando-se que entrava ainda mais líquido no canudo.

Figura 6.12 – Demonstração Investigativa utilizando o termômetro caseiro



Fonte: Próprio Autor

Nesta atividade também não foi explicado pelo professor o fenômeno físico envolvido. Os alunos, após a interação com o experimento, voltaram para os seus grupos e começaram uma nova discussão sobre o ocorrido, com o professor como mediador. As conclusões obtidas pelas equipes estão descritas nos textos das Figuras de 6.13 a 6.15.

Figura 6.13 – Texto dos alunos da equipe A, referente a Atividade 3

3º experimento
É QUE QUANTO MAIOR A TEMPERATURA DO CORPO,
A PRESSÃO DO AR DENTRO DA GARRAFA AUMENTA
E FAZ COM QUE O LÍQUIDO SUBA PELO CANAL.

Fonte: Alunos da equipe A

Figura 6.14 – Texto dos alunos da equipe B, referente a Atividade 3

3º experimento
 Com fome a temperatura
 do corpo e líquido aumenta
 no canudinho.

Fonte: Alunos da equipe B

Figura 6.15 – Texto dos alunos da equipe D, referente a Atividade 3

3º experimento
 O termómetro consegue medir a temperatura
 do corpo sobre ele. Na medida que a temperatura
 do corpo fosse maior, mais o líquido dentro do canu-
 do subia.

Fonte: Alunos da equipe D

Nesta atividade os alunos entenderam que quando eles tocavam na garrafa o líquido entrava no canudo, logo fizeram a associação que quanto maior a temperatura, mais líquido entrava pelo canudo, porém, observou-se que não foram usadas as palavras dilatação ou expansão.

Após essas três atividades, teve o término do nosso primeiro contato com a turma, tendo uma duração de 2 aulas de 50 minutos cada.

6.4 Aplicação e Resultados da ATIVIDADE 4

A quarta atividade aconteceu no segundo encontro, que teve início com um experimento de Laboratório Aberto. Foi entregue, para cada equipe, um aparato experimental constituído de uma armação de madeira, onde foi montado um circuito elétrico composto por uma fonte (01 pilha), fios, 01 pequeno motor e 01 chave (haste metálica). O circuito foi entregue às equipes aberto, ou seja, sem a passagem de corrente elétrica, de modo que o pequeno motor não estava funcionando. Além deste aparato, foi entregue às equipes 01 vela e fósforos (Figura 6.16).

Figura 6.16 – Aparato experimental entregue às equipes

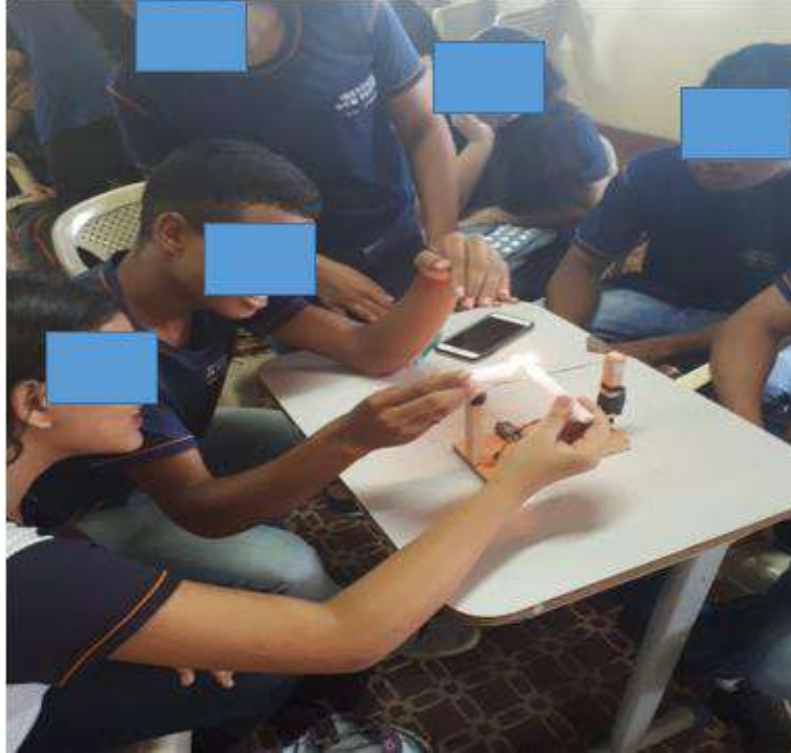


Fonte: Próprio Autor

Na sequência, foi solicitado às equipes que fizessem o pequeno motor funcionar, utilizando apenas os materiais fornecidos, sem que houvesse ação direta dos alunos na chave para fechar o circuito (a haste metálica que servia de chave, e que estava bem próximo ao terminal metálico para fechamento do circuito).

As equipes foram incentivadas, pelo professor, a resolverem o problema. Novas discussões surgiram, hipóteses foram levantadas, e após conseguirem fechar o circuito e fazerem o pequeno motor funcionar, as equipes foram questionadas pelo professor sobre como conseguiram fazer o fechamento do circuito. Todas as equipes explicaram que aqueceram a haste de metal usando a vela (Figuras 6.17 e 6.18).

Figura 6.17 – Alunos de uma equipe aquecendo a haste de metal com a vela



Fonte: Próprio Autor

Figura 6.18 – Alunos de outra equipe tentando fechar o circuito aquecendo a haste de metal



Fonte: Próprio Autor

O professor continuou os questionamentos, agora solicitando que os alunos explicassem qual fenômeno físico estava ligado ao fato do circuito ter se fechado com o aquecimento da haste.

Nesta atividade, foram colocados em algumas equipes telefones celulares para gravar as discussões e as proposições dos alunos, buscando solução para o problema proposto. O professor sempre esteve acompanhando os grupos, presencialmente, para ouvir os relatos e acompanhar o processo, jamais explicando os fenômenos físicos, mas sim fazendo mais perguntas e mostrando a relação existente com as atividades anteriores (atividades 1, 2 e 3).

Em uma das equipes, os alunos, no momento dos debates, lembrados da terceira atividade onde foi usado o termômetro, concluíram que quanto mais eles aquecessem a haste metálica, mais ela iria dilatar, até chegar a fechar o circuito e fazer o pequeno motor funcionar, daí porquê usarem 3 velas em vez de apenas 1 vela (Figura 6.19).

Figura 6.19 – Equipes utilizando várias velas para aquecerem a haste de metal



Fonte: Próprio Autor

6.5 Aplicação e Resultados da ATIVIDADE 5

Após aplicação das demonstrações investigativas e do Laboratório Aberto, foi realizada a sistematização, onde foi feita uma retomada dos conceitos expostos de maneira interativa, os grupos foram desfeitos, e os alunos começaram a ouvir relatos um dos outros, além da explicação do professor, conforme a Figura 6.20

Figura 6.20 – Alunos interagindo entre eles e com professor, durante a sistematização



Fonte: Próprio Autor

Após a sistematização, nos propomos a usar a musicalização em forma de paródia como ferramenta, com o objetivo de verificar se os alunos conseguiram expressar nas letras de suas paródias alguns indicadores da apropriação dos conhecimentos trabalhados. Foi fornecido tempo para que os grupos confeccionassem músicas no estilo musical de sua preferência, com letras que envolvessem os fenômenos físicos estudados nas atividades anteriores.

Um fato interessante é que, o momento de compor as paródias foi, também, a hora do intervalo para o lanche, porém, os discentes estavam tão absortos em seu

trabalho que não quiseram ficar fora da sala, nem mesmo para lanche, então trouxeram a merenda para a sala de aula, a fim de continuar a compor as músicas, conforme mostra a Figura 6.21.

Figura 6.21 – Alunos lanchando e compondo as paródias



Fonte: Próprio Autor

Após a composição das músicas, as equipes vieram à frente se apresentar, e foi lançada uma premiação para a equipe que se apresentasse com mais desenvoltura e sem timidez, além de ter escrito com mais clareza o conteúdo físico trabalhado, a Dilatação Térmica.

A equipe que venceu a premiação criou uma música com ritmo junino, que coincidiu com a época em que estávamos quando a atividade foi aplicada, a música original tem a seguinte letra:

MÚSICA ORIGINAL FOGUEIRINHA	PARÓDIA
<p>Eu fiz uma fogueirinha Esperando meu amor Tomou conta do terreiro O forró se esquentou</p> <p>É madrugada Já chegou quem eu queria Foi a dádiva da sorte Da beleza que existia</p> <p>Dia raiou Rastro na areia Minha sereia São João é um amor</p> <p>Eu fiz uma fogueirinha Esperando meu amor Tomou conta do terreiro O forró se esquentou</p> <p>Dia raiou Rastro na areia Minha sereia São João é um amor</p>	<p>Eu acendi uma velhinha Exalando o calor Temperatura subiu tanto Que o ferro esquentou</p> <p>Já estava na cara o que tinha acontecido</p> <p>Temperatura subiu tanto que o ferro se expandiu</p> <p>Já raiou, Ferro tocou Naquela parte do experimento</p> <p>Eu fiz um experimento Que o ferro se expandiu Motorzinho tava girando E a gente que não se viu</p> <p>Já raiou, Ferro tocou Naquela parte do experimento</p>

Algumas equipes não utilizaram a música original por completo, e sim apenas um pequeno trecho, para criarem a paródia que envolve o fenômeno físico observado por eles nas atividades, e mesmo assim conseguiram fazer a ligação do aumento de temperatura com a dilatação do material.

MÚSICA ORIGINAL HINO NACIONAL DO BRASIL	PARÓDIA
<p>Ouviram do Ipiranga as margens plácidas De um povo heroico o brado retumbante E o sol da liberdade, em raios fúlgidos Brilhou no céu da pátria nesse instante</p> <p>Se o penhor dessa igualdade Conseguimos conquistar com braço forte</p>	<p>Ouviram o professor falar bem claro</p> <p>Ganha uma pizza que fizer o trabalho</p> <p>Eu como sou um aluno interessado</p> <p>Corri e vi o ferro ser esquentado</p> <p>E a energia que se propagou</p> <p>Dilatou-se pelo o fio e ligou o motor</p>

MÚSICA ORIGINAL DIN DIN DIN	PARÓDIA
<p>Dim dim dim, pode dar em cima de mim Dim dim dim, pode dar em cima de mim 'Tá com ciúme, ' tá com ciúme? Pega na mão e assume Dim dim dim, pode dar em cima de mim</p>	<p>Dim dim dim ele pode expandir</p> <p>Dim dim dim ele pode expandir</p> <p>Se tem calor Se tem calor Energia envolve sim Dim dim dim ele pode expandir</p>

Nota-se também que as músicas foram criadas de formas diferentes, como mostrada a seguir, onde uma outra equipe fez um rap com a seguinte rima:

*Acharam que nós não ia conseguir,
Mas deu certo nós estamos aqui.
Nós somos estudantes e
Vamos apresentar esse trabalho de física.
Com o calor da vela o ferro esquentou
E com isso esticou e assim a energia passou
O motorzinho ligou e agora presta atenção
Por aqui estamos acabando nossa apresentação*

Obrigado pela atenção

Após a apresentação das paródias, foi notório que tiveram equipes que se empenharam mais na composição das paródias, porém ficou claro também que mesmo com poucas letras nas músicas, elas tinham o conteúdo de Física relatando que a dilatação está ligada a temperatura.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho desenvolvemos uma proposta didática que tem como objetivo investigar o desenvolvimento e as potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para o ensino de Dilatação Térmica, que pretende, além de aguçar a curiosidade dos alunos, torná-los mais críticos e questionadores.

Normalmente, o conteúdo de Dilatação Térmica é abordado de forma tradicional, mecânica, onde o professor, detentor do conhecimento, fala e o educando simplesmente ouve de forma passiva e, algumas vezes, não consegue assimilar os assuntos, gerando dificuldade no aprendizado.

No desenvolvimento das atividades investigativas foram usados, em sua maioria, materiais de baixo custo e de fácil acesso ao professor, que não precisa de um laboratório para realizar as atividades, pois sabemos que muitas escolas não dispõem deste local específico para as aulas práticas.

A aplicação deste trabalho deixou claro, que o ensino por investigação é algo motivador, que atrai a atenção do aluno, pois ele é um agente ativo para a construção do conhecimento e o professor é um agente mediador, que acompanha esta construção, com perguntas norteadoras neste processo.

A utilização da música em forma de paródias é algo que também motiva os alunos, pois a música é algo que serve como descontração para eles, então por que não se envolver/utilizar a música no ensino? O resultado deste envolvimento foi a participação em massa dos alunos.

Como sequência deste trabalho, pretendemos continuar a aplicar esta abordagem ativa em outros conteúdos de Física para as turmas do 2^o ano do Ensino Médio, assim como para as demais séries. Utilizaremos também a criação de paródias pelos alunos, mas solicitando que as letras expressem da maneira mais clara possível os conteúdos abordados.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Juntas de Dilatação**. Disponível em:

<www.aecweb.com.br/cont/m/rev/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos_14462_10_0>. Acesso em: 26 fev. 2019.

ALMEIDA, A. G. F. E.; SASSERON, L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**. Vigo, v. extra, p. 1188-1192, 2013.

AUSUBEL, D.. P. **A aprendizagem significativa**: A Teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

AZEVEDO M. C. P. S. **Ensino por Investigação**: Problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: Vrin, 1938.

BARBOSA, M. F. S. Concepções de desenvolvimento humano e práticas em educação musical. In: CAPELLINI, V. L. M. F. et al. (Orgs.). **Formação de professores**: compromissos e desafios da Educação Pública. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. de. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014.

BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A.; **Aprendendo a planejar investigações**. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, IX, 2004, Jaboticatubas. Atas IX EPEF, Minas Gerais: SBF, 2004.

BOZZO, M. V. **Identificação dos perfis das pesquisas em argumentação no ensino de Ciências no período de 1988 a 2008**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Ensino de Biologia) - Instituto de Biologia, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. 159 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Pacto nacional pelo fortalecimento do Ensino Médio**. Disponível em: <<http://pactoensinomedio.mec.gov.br2013>>. Acesso em: 27 de fev. 2019.

BRICCIA, V. **Ensino por Investigação**: Problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: CENGAGE Learning, 2016.

CARVALHO, A. M. P. **Ciências no Ensino Fundamental**. Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas) , São Paulo, p. 152-168, 1997.

CARVALHO, A. M. P. ; SANTOS, E. I. ; AZEVEDO, M. C. P. S. ; DATE, M. P. S. ; FUJII, S. R. S. ; NASCIMENTO, V. B. **Calor e Temperatura**: Um ensino por investigação. 1ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 146 p .

CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de Ciências**: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. cap. 18, p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P.; Praia, J.; Vilches, A (orgs), (2005). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez. 2005.

CIÊNCIA, Parque da. **Dilatação Térmica**. Disponível em: <Fonte: <http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/08/dilatacao-termica-o-que-e-o-que-cao.html>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Vol. 2, 8 ed, Editora LTC, 2009.

LEPRIQUE, K. L. P. A.; SILVA, A. H.; GOMES, L. C. Vygotsky e a argumentação: Uma possível perspectiva para o Ensino de Física. **Revista Valore**, Volta Redonda, V. 3, 2018, p. 608-618.

MONTEIRO, M. A.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. **Textos de divulgação científica em sala de aula para o Ensino de Física**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas IV ENPEC, Bauru, 2003.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, V. 1, 2008.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. **Textos de conhecimento físico: uma análise**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru. Atas IV ENPEC. Bauru, 2003.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese. Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; Carvalho, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**. Bauru, 2011.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap. 3, p. 41-61.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.13, n.3, p.333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M.. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência & Educação**, V. 20, n. 2, p. 393-410, 2014.

SCORSATTO, M. C. **Uma abordagem alternativa para o Ensino da Física: consumo racional de energia**. 2010. Dissertação. Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 31 ago. 2010.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W.. **Princípios de Física: Movimento Ondulatório e Termodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TOULMIN, S. E., **Os Usos do Argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2ª. Ed., 2006.

VESTIBULAR, Física e. **Física térmica:** dilatação. Disponível em: <<http://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/dilatacao/>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente:** O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente.** 7ª ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WILLINGHAM, D. T. **Por que os alunos não gostam da escola?** Respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula atrativa e efetiva. Porto Alegre: Artmed, 2011.

APÊNDICE A

PRODUTO EDUCACIONAL

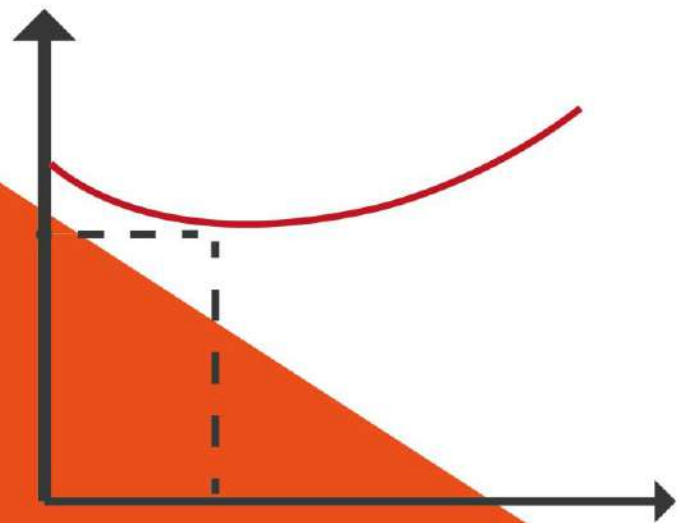


$$\Delta L = L\alpha\Delta t$$

Sequência de Ensino Investigativo de Dilatação Térmica



$$\beta \quad \gamma \quad \alpha$$



$$\Delta V = V\gamma\Delta t$$

$$\Delta L = L v \alpha \Delta t$$

© Elder Lopes, Simone Fraiha e Fátima Magno – 2019

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores ou produção de livre acesso. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.



Elder R. R Lopes Junor
Simone Fraiha
Fatima Magno

Índice

DESCRIÇÃO GERAL.....	3
O ENSINO INVESTIGATIVO.....	4
LABORATÓRIO ABERTO.....	5
DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA.....	7
1ª ATIVIDADE INVESTIGATIVA.....	8
2ª ATIVIDADE INVESTIGATIVA.....	11
3ª ATIVIDADE INVESTIGATIVA.....	13
4ª ATIVIDADE INVESTIGATIVA.....	16
5ª ATIVIDADE.....	19
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

$$\Delta V = V_i \delta \Delta t$$

Descrição geral

Este produto educacional consta de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), com 5 atividades investigativas de térmica, relativas ao conteúdo do 2º ano do Ensino Médio, que foram escolhidas através de pesquisas no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), visando tornar as aulas de Física mais dinâmicas e motivadoras para os estudantes, além de contribuir para a formação do senso crítico do educando e trabalhar sua capacidade de trabalhar em grupos. As atividades de ensino investigativas que compõem a SEI têm como objetivo:

- 1º atividade: identificar, através de imagens, o fenômeno da dilatação no cotidiano dos alunos;
- 2º atividade: objetiva fazer com que os discentes percebam que a dilatação é proporcional ao volume inicial do corpo;
- 3º atividade: objetiva mostrar que a dilatação é diretamente proporcional a temperatura do corpo que se está trabalhando;
- 4º atividade: que tem como objetivo aplicar as três atividades anteriores em uma situação problema;
- 5ª atividade: é a sistematização, que é feita através da criação de músicas, em forma de paródias, onde os alunos devem destacar o fenômeno da dilatação na música composta.

O Ensino Investigativo

O Ensino por Investigação trata de uma abordagem didática, de aprendizagem a partir da ação do aluno, onde eles não se limitam apenas na observação e manipulação, mas também a reflexão e participação das etapas do processo que leva à construção do conhecimento científico.

De acordo com Sasseron (2015), o Ensino por Investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os mais diferentes conteúdos programáticos.

Desta forma, o professor muda a sua postura, deixando de agir apenas como transmissor de conhecimento, passando a agir como guia (AZEVEDO, 2004). O mais importante nesta abordagem é levar à introdução de conceitos e resolução de problemas, para que os alunos possam construir seu conhecimento.

Segundo Sasseron (2015):

Assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (SASSERON, 2015, p.58).

Para que o Ensino por Investigação aconteça, Sasseron (2013) cita que é necessário o professor levar em consideração os materiais que serão oferecidos e solicitados pelos alunos, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação e, é claro, o gerenciamento da aula que inclui, sobretudo, o incentivo à participação dos alunos nas atividades e discussões.

Diante disto, nesta abordagem, o sucesso da aplicação do Ensino por Investigação está estritamente ligado ao seu planejamento pelo professor que tem o importante papel de elaborar as atividades e criar um ambiente propício à investigação e à troca de ideias entre os estudantes.

β Laboratório Aberto

Nesta abordagem, o educando passa a ter um papel ativo na construção do conhecimento, e o professor, o papel de orientador, instigando, direcionando o educando com perguntas, questionamentos, etc.

Neste modelo propõe-se uma investigação experimental, por meio da qual pretende-se que os alunos, em pequenos grupos, resolvam um problema que não tenha uma resposta já conhecida. Seu objetivo não é provar o que os alunos já aprenderam nas aulas teóricas, mas ao contrário, é levá-los a procurar uma solução experimental utilizando, de outras linguagens da ciência, como construir tabelas com dados experimentais, isto é, escolher as variáveis importantes no fenômeno físico estudado e procurar estabelecer relações entre essas variáveis, construir gráficos, isto é, procurar qual a estrutura matemática que relaciona essas variáveis, procurando assim completar a alfabetização científica. A Tabela 1 mostra os diferentes níveis de laboratório descritos por Carvalho (2014) em seu livro Calor e Temperatura.

Tabela 1 – Relação de laboratório, de acordo com o grau a liberdade dado ao aluno

NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO	ENUNCIADO DO PROBLEMA	PROCEDIMENTO	CONCLUSÕES
0	Dado	Dado	Dado
1	Dado	Dado	Em aberto
2	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: CARVALHO, 2014

Analisando a Tabela 1, é perceptível que o nível 0, mostrado na tabela, corresponde a um laboratório tradicional em que o professor trabalha com seus alunos fornecendo o enunciado do problema, um tutorial bem detalhado, explicando o passo a passo dos procedimentos a serem tomados, além de uma conclusão predeterminada, com o objetivo de apenas retificar um conceito que já havia sido ministrado pelo professor.

No próximo nível, denominado de nível 1, ainda não podemos considerar um Laboratório Aberto, pois apesar de permitir um pouco mais de liberdade aos alunos, deixando que eles tirem suas próprias conclusões, ainda é fornecido ao educando o problema e todo o caminho para que chegue à conclusão.

O nível 2 é aquele que Carvalho (2014) começa a denominar de Laboratório Aberto, devido ao grau de liberdade existente. Nele, os educandos recebem apenas uma situação problema, que é fornecida através de uma pergunta que estimule a curiosidade científica dos estudantes. Podemos exemplificá-la através do seguinte exemplo:

O que acontece quando largamos objetos diferentes de uma mesma altura?

E a resposta a essa pergunta é o objetivo principal do laboratório, porém, para respondê-la, os alunos, divididos em grupos, precisam planejar os passos que deverão dar, característicos do método científico como, levantamento de hipótese, elaboração de um plano de trabalho, montagem do arranjo experimental, além da coleta e análise de dados, para então tirarem e discutirem suas próprias conclusões (CARVALHO, 2014). Todos esses passos deverão ser elaborados pelos alunos e apenas orientados pelo professor.

O 3º nível é considerado o mais aberto possível, porque os próprios alunos precisam identificar um problema, elaborar uma hipótese e os procedimentos a serem tomados, e por último, tirarem suas próprias conclusões, tudo com orientação do professor. (CARVALHO, 2014).

Demonstração Investigativa

O livro *Calor e Temperatura*, cuja organizadora é a Anna Maria de Carvalho, foi fruto de uma pesquisa cujo objetivo foi verificar a possibilidade de se obter a melhoria no aprendizado dos alunos sobre o conteúdo de Termodinâmica nas condições normais de trabalho no Ensino Médio das escolas públicas. A partir de uma mudança metodológica, os resultados dessa pesquisa mostraram que esse ensino levou os alunos a realizarem uma revolução conceitual dentro dos conteúdos de calor e temperatura, que é a passagem de uma linguagem coloquial para uma linguagem científica, além de gerar uma grande motivação pela disciplina Física.

Esta nova metodologia tem como uma de suas ideias centrais a participação direta do aluno na construção do conhecimento científico, o que habitualmente em uma metodologia tradicional é transmitido pelo professor, através de conhecimentos previamente elaborados. Outra ideia central é a valorização da construção social do conhecimento, que se reflete na argumentação social dos alunos, seja na interação entre um pequeno grupo, entre grupos maiores, ou entre aluno e professor. Uma terceira ideia central é proporcionar condições para que os alunos passem de uma linguagem coloquial, onde as ideias são indissociáveis, para uma linguagem científica, em que cada palavra tem um significado preciso, e que os conceitos são relacionados por formulação matemática, quando essa mudança acontece, segundo Carvalho (2002), os alunos sofrem uma revolução conceitual. Utilizando uma linguagem coloquial, Carvalho (2014) nos mostra, em seu livro *Calor e Temperatura* que, estas duas palavras, *calor* e *temperatura*, por muitos alunos são entendidas como tendo o mesmo significado.

Na pesquisa feita por Carvalho (2014), chamada de demonstrações investigativas com experimentos investigativos, demonstrações que partem da apresentação de um problema relacionado ao fenômeno a ser estudado e propõe ao aluno uma reflexão acerca desse fenômeno, proporcionando um caráter investigativo à atividade. De maneira geral, a demonstração é feita na sala de aula, pelo professor, que propõe um problema questionador, induzindo, assim, os alunos à argumentação. Nessa atividade, o professor não responde às perguntas dos alunos de forma direta, e sim com novas perguntas, que possam gerar conflitos cognitivos, cujo objetivo é construir, com os alunos, a passagem do saber cotidiano para o científico.

∞ 1º Atividade Investigativa

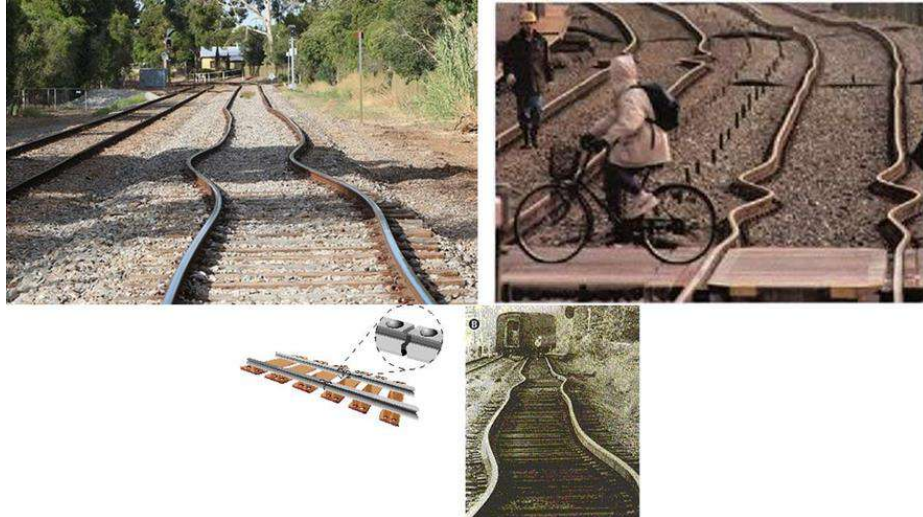
Esta atividade constitui-se de uma seleção de imagens, comuns ao cotidiano do aluno, de alguns corpos que sofrem dilatação térmica; porém, o professor não deve dizer ao discente o que acontecerá após o aumento de temperatura; o aluno deve descobrir por si o que acontecerá. Esta atividade tem por objetivo fazer com que o aluno perceba o fenômeno da dilatação térmica, presente em seu dia a dia, através das imagens que retratam o estudo em questão. As imagens selecionadas devem ser, preferencialmente, apresentadas em um data-show, usando a ferramenta Power Point, para que os alunos visualizem o fenômeno da dilatação, presente nas mais diversas situações do seu dia-dia, Figuras 4.1 a 4.3.

Figura 4.1 – Imagens de fios que conduzem eletricidade



Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/dilatometria/>

Figura 4.2 – Imagens de trilhos de trem



Fonte: <http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/08/dilatacao-termica-o-que-e-o-que-causa.html>

Figura 4.3 – Imagens de calçadas e pontes que tenham junta de dilatação



Fonte: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos_14462_10_0

Após a visualização das imagens, o professor deve fazer perguntas para incitar a curiosidade dos alunos, como por exemplo;

- “O que é observado nas imagens?”
- “O que as imagens têm em comum?”

Então os alunos, em grupos, começam a discutir entre eles, buscando interagir, e argumentando sobre qual fenômeno físico está ocorrendo nas imagens.

∞ 2º Atividade Investigativa

A segunda atividade, consta de uma demonstração investigativa e será feita utilizando os seguintes materiais:

- BALÕES DE VIDRO COM VOLUMES DE 500 ML E 250 ML (FIG. 4.4)
- BALÕES DE LÁTEX
- TELA DE AMIANTO
- ÁLCOOL EM GEL
- FOSFORO

Figura 4.4 – Balões de vidro



Fonte: Próprio autor

O objetivo deste experimento é mostrar que a dilatação é diretamente proporcional ao volume inicial do corpo. Em cada um dos dois balões de vidro, com volumes diferentes, será colocado um balão de látex e o conjunto é colocado no fogo sobre uma tela de amianto.

Depois de alguns segundos os balões começam a inflar, devido a dilatação do ar contido nos recipientes. No recipiente menor o balão demora mais para inflar e no recipiente maior o balão infla mais rápido, comprovando que a dilatação térmica é diretamente proporcional ao volume inicial do ar contido no recipiente.

O papel do professor é propor perguntas que deverão gerar ideias que serão discutidas entre os alunos que permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios promovendo oportunidades para que o estudante possa ter uma reflexão puramente prática e estabelecendo metodologias de trabalhos onde as ideias são respeitadas em grupo. A partir daí o professor poderá fazer as seguintes perguntas:

- ***“O que aconteceu quando o balão de vidro foi aquecido?”***
- ***“Qual balão de látex encheu primeiro e por quê?”***

Após feitas as perguntas, os alunos devem interagir em grupos, levantar hipóteses, para a seguir expor suas ideias, podendo questionar e defender suas opiniões, ficando o professor com a função de somente acompanhar as discursões, podendo propor novas questões para manter a coerência das ideias.

∞ 3º Atividade Investigativa

A terceira atividade, também se constitui de uma demonstração investigativa e objetiva mostrar que a dilatação é diretamente proporcional à variação de temperatura, através da utilização de um termômetro caseiro, feito com materiais recicláveis e de baixo custo.

Material utilizado:

- GARRAFA PET DE 600 ML
- CANUDO PLÁSTICO
- ÁLCOOL ISOPROPÍLICO
- CORANTE
- MASSA DE MODELAR
- COLA QUENTE

Embora fazer um termômetro caseiro possa demorar, é um processo bem simples e de fácil compreensão.

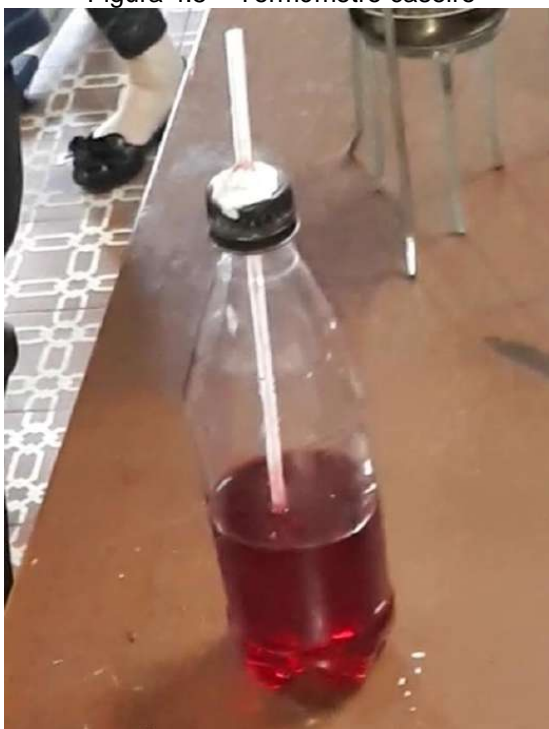
Procedimento para a construção de um termômetro caseiro :

- **Primeiro Passo:** Fazer um furo de diâmetro aproximadamente igual ao do canudo, na tampa da garrafa PET, com a ajuda de uma pequena faca. (Muita cautela no manuseio da faca). Em seguida, encaixe o canudo no orifício da tampa. A seguir, vedar com massa de modelar as partes interna e externa da tampa.
- **Segundo Passo:** Adicione, bem devagar, uma certa quantidade de álcool Isopropílico na garrafa PET (aproximadamente 350ml); a garrafa deverá estar seca internamente.
- **Terceiro Passo:** Adicione o corante no álcool, que já estará dentro da garrafa PET, e manuseie, misturando-o, até que sua coloração fique homogênea.
- **Quarto Passo:** Tampe a garrafa, de maneira que a extremidade interna do canudo, inserido na tampa, fique a aproximadamente uns 10cm do fundo da garrafa. Lembre-se que a garrafa não pode conter ar em seu interior.

- **Quinto Passo:** Vede a tampa da garrafa PET com cola quente, para que não haja transferência de ar do ambiente exterior para o interior da garrafa.
- **Sexto Passo:** Teste o termômetro, primeiro à temperatura ambiente do corpo; depois, aqueça as mãos esfregando-as uma na outra e às envolva na garrafa e, então, verifique que, em poucos minutos, haverá a expansão do líquido no canudo.

O termômetro construído (Fig. 4.5), quando o aluno colocar a mão na garrafa PET, sem pressioná-la uma certa quantidade de álcool entra no canudinho e quanto mais quente estiver a mão do aluno mais álcool entra no canudo. Esse efeito comprova que a dilatação depende da variação da temperatura.

Figura 4.5 – Termômetro caseiro



Fonte: Próprio autor

Após o estudante começar a interagir com o experimento o professor começa a indagar os mesmo com algumas perguntas:

- **“O que aconteceu quando você colocou a mão na garrafa?”**

- “Quando se atrita as mãos e toca novamente na garrafa o que acontece”

- “O que você acha que aconteceu? ”

Após a aplicação das demonstrações investigativas será pedido aos grupos de estudantes que façam um resumo sobre a conclusão que a equipe chegou após os debates entre eles.

∞ 4º Atividade Investigativa

Esta atividade, que deverá ser feita no segundo e último encontro, é realizada por meio de um Laboratório Aberto, em que se utiliza um aparato experimental, onde um circuito elétrico se fecha, ao dilatar uma barra de ferro, acionando um pequeno ventilador ou LED.

Para construir este experimento, foi necessário:

- Estrutura de madeira retangular com duas hastes;
- Fio elétrico condutor;
- Pilha 1,5 V;
- Lâmpada de LED ou motorzinho elétrico;
- Fita isolante;
- Uma haste de alumínio;
- Vela;
- Fósforo.

O professor deverá montar um circuito elétrico que deverá ficar aberto, onde a chave deste circuito será a haste metálica que fica na parte superior, conforme a Figura 4.6. Então, estará pronta a atividade investigativa, que será um Laboratório Aberto.

Como o circuito se encontra aberto, sem a passagem de corrente elétrica, na qual, quando fechado, ligava um pequeno motor, para fechar o circuito, tinha uma haste de ferro bem próximo do terminal metálico.

A situação problema levantada pelo professor é:

Como fazer o motor funcionar utilizando os materiais entregues?

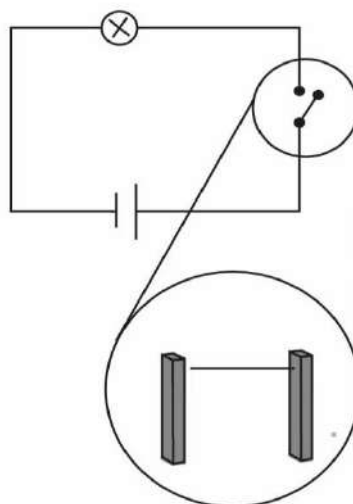
Figura 4.6 – Aparato Experimental



Fonte: próprio autor

O problema para esta atividade é fazer o aluno fechar o circuito sem tocar no mesmo, apenas usando alguns instrumentos fornecidos pelo próprio professor, fazendo funcionar o pequeno motor ou a lâmpada de LED da maneira mais rápida possível. A Figura 4.7 mostra a representação do circuito utilizado no aparato experimental.

Figura 4.7 – Circuito simples



Fonte: Próprio autor

As equipes terão que analisar o experimento e com as atividades anteriores e perceberá que tem uma conexão e começaram a levantar hipóteses, o ápice do da resolução do problema está na participação dos alunos, e para isso o mesmo deve assumir uma postura diferenciada que possa aprender, pensar, elaborar raciocínio, escrever e justificar suas ideias, e com tudo isso colocaram em prática o ensino na qual foi se investigando e levando-se a conclusão que a vela vai aquecer a haste de ferro e conseqüentemente a mesma irá dilatar fechando o circuito fazendo funcionar o ventilador ou LED.

5º Atividade

Depois de aplicar a SEI é necessário que o professor fazer uma sistematização dos conhecimentos que os alunos construíram, com uma aula teórica interativa onde será feita uma retomada dos conceitos expostos e obtidos na experiência fazendo questionamentos que levem alunos a argumentarem e refletirem. É necessário que o aluno tenha textos de apoio para dar o embasamento teórico para poder estudar e relembrar que foi visto nas atividades investigativa com uma linguagem mais formal.

Após a sistematização, os alunos são incentivados a produzir paródias de músicas conhecidas explicando o que foi observado nas 4 primeiras atividades destacando o conteúdo físico envolvido.

A produção de paródias musicais sobre conteúdos aprendidos serve como excelente ferramenta em auxiliar a aprendizagem de conteúdos relacionados à disciplina, ao permitir que o aluno consiga fazer assimilação do assunto e compreender termos e conceitos complexos à assimilação. Essa estratégia é utilizada para lembrar informações de assuntos ensinados em sala de aula. Não se trata de decorar o conteúdo, mas fazer que a informação não se perca na memória. A música é uma das possibilidades de se trabalhar com o aluno de forma mais atrativa.

A música consisti em uma linguagem culturalmente construída e, por conseguinte, culturalmente aprendida; sendo fruto da relação do ser humano com a própria cultura humana na qual se insere. Ao considerarmos a música como forma de linguagem, podemos pensar em como esse caráter de diálogo

Considerações Finais

É percebido que o ensino por investigação tem como principal função levar os alunos a resolução dos problemas apresentados, levando esse aluno a sair de uma postura passiva e passando ser atendo na construção de raciocínios, verbalizando, escrevendo, trocando ideias e justificando as mesmas.

O papel do professor é conhecer muito bem o assunto para poder levantar problemas que possam levar o aluno a pensar, argumentar e tomar uma postura mais ativa, fica ainda no papel do professor, ficar atento as respostas dos alunos, para que o mesmo possa saber valorizar as respostas certas e questionar as erradas, sem achar que a que ele ainda tem a única resposta correta.

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

CARVALHO, A. M. P. Ciências no ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa** (Fundação Carlos Chagas). São Paulo, p. 152 - 168, 1998.

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura: Um ensino por investigação**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de Ciências: O papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência & Educação**, V. 20, n. 2, p. 393 - 410, 2015.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap. 3, p. 41 - 61, 2013.

